

Entstehung und Beseitigung eines Schiffahrtshindernisses in der Donau bei Wien.

Von E. Gaertner, Ingenieur.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 29 und 30.)

Der Umstand, dass in neuerer Zeit die Beseitigung von Schiffahrtshindernissen in der Donau lebhaft befürwortet, und Versuchsarbeiten zu diesem Zwecke vorgenommen werden, sowie die Voraussetzung, dass Vorkommnisse bei Bauausführungen, welche seinerzeit eine Folge des unerwarteten Eintrittes von Hochwasser und des Eisganges in der Donau waren, auf ein lebhaftes Interesse gegenwärtig zählen können, veranlassen den Gefertigten einen Vortrag zu veröffentlichen, welchen derselbe im österr. Ingenieur- und Architekten-Verein im Jahre 1876 über „die Entstehung und Beseitigung eines Schiffahrtshindernisses in der Donau“, gehalten hat.

Dem Gange der Ereignisse folgend, wird diese Mittheilung behandeln:

I. Die Entstehung des Hindernisses;

II. die Behebung mit Hinblick auf die Wieder Verwendung des dasselbe bildenden Pfeilerfragmentes bei dem betreffenden Bau;

III. die gänzliche Beseitigung des Schiffahrtshindernisses.

I. Entstehung des Schiffahrtshindernisses.

In einem, in der „Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines“, Jahrgang XXIV., Heft XI abgedruckten Vortrage des Herrn Regierungsrathes Morawitz über den Bau der Donaubrücke der österreichischen Nordwestbahn bei Wien, wurde Kenntniss davon gegeben, dass sich während der pneumatischen Gründung des zweiten Pfeilers dieser Brücke ein Unfall ereignete.

Dieses Ereigniss bestand darin, dass der im Stadium der Fundirung befindliche, die Basis dieses Pfeilers bildende Caisson im Monat December 1870 durch Hochwasser, theilweise zerstört, versank, und von diesen elementaren Gewalten als ein Pfeilerfragment im Donaubett vergraben wurde.

Die Situation dieser ganzen Brückenanlage ist aus dem Situationsplane (Blatt Nr. 29) zu entnehmen.

Zu erwähnen ist, dass die Arbeiten im Sommer 1870, mit dem ersten Pfeiler am rechten Ufer begonnen wurden,

welcher damals noch, wie es die Situation zeigt, ganz im Strome gelegen war, jetzt jedoch nach Herstellung des neuen Donaulaufes ein Uferpfeiler geworden ist.

Zu jener Zeit hatten überhaupt die Arbeiten an der Donau-Regulirung erst ihren Anfang genommen, so dass z. B. das Kaiserwasser am Roller ohne Abschlussdamm aus dem damaligen Donaulaufe abzweigte und die Donau noch ihr altes Bett einnahm.

Die senkrechte Lage der Brückenachse zur künftigen Donautrace brachte es daher mit sich, dass die Pfeiler eine schiefe Stellung von circa 20° gegen den Stromstrich erhalten mussten, was für die Arbeitsdurchführung bei der starken Strömung des Wassers ein sehr erschwerender Umstand war, indem die mittlere Geschwindigkeit bei gewöhnlichem Hochwasser 2.80^m per Secunde beträgt, und eine solche von 3.762^m bei dem Wasserstand von $+3.60^m$ gemessen wurde.

Schliesslich ist noch vor auszuschicken, dass der Termin zur gänzlichen Vollendung der Brücke mit 1. Juni 1872 daher sehr kurz bemessen war, und überdies eine Verkürzung desselben, behufs Ermöglichung des directen Bahnverkehrs bis Wien, auf das Dringendste gewünscht wurde.

Mit Hinblick hierauf musste in Aussicht genommen werden, die sämtlichen Strompfeiler noch vor Ablauf des Jahres 1871 zu vollenden, was zur Voraussetzung hatte, dass die Fundirung der beiden ersten Pfeiler im Strome, Nr. I und II, noch im Jahre 1870 zum Abschluss gebracht oder doch wenigstens so weit gefördert werden musste, dass der bevorstehende Winter und Eisgang keinen Schaden an denselben verursachen könnte.

Es musste für die Ausführung dieser beiden Fundamente von der Herstellung fester pilotirter Gerüste abgesehen werden, da die gänzliche Beendigung der Aufmauerung der Pfeiler über Wasser bis zur Auflagerhöhe vor Eintritt des Winters ganz unmöglich war, und daher bei Anwendung der Gerüste nur für diese Fundirungsarbeiten eine kostspielige Abtragung und Wiederaufstellung im Frühjahr erforderlich, oder in Folge des Eisrinnens und Eisstosses mit Sicherheit die Zerstörung der Gerüste zu gewärtigen gewesen wäre.

Aus diesen Gründen entschied man sich für die Construction eines schwimmenden Gerüsts, dessen Querschnitt auf Blatt Nr. 29, Fig. 2 enthalten ist. Ein solches Schiffsgestüt wird am Ufer an geschützter Stelle verankert und auf einem provisorischen Plateau findet die Caissonmontirung statt, worauf dasselbe zur Stelle des zu fundirenden Pfeilers im Strome überführt wird.

Alsdann wird der an Ketten aufgehängte Caisson mittelst Schraubenwinden auf die Flusssohle herabgelassen, wobei gleichzeitig durch ein System von Ankerketten dessen richtige Situirung genau regulirt wird.

Hierauf nimmt die pneumatische Fundirung den bekannten Verlauf, und es besteht bei Verwendung der schwimmenden Gerüste der Vortheil, dass sobald der Caisson etwa 2—3·0^m in der Flusssohle eingedrungen ist, dasselbe entfernt und zur Montirung eines anderen Caissons verwendet werden kann.

Nach diesen Gesichtspunkten wurden wie bereits erwähnt im Sommer 1870 die Arbeiten für den Brückenbau der österr. Nordwestbahn eingeleitet.

Im Spätherbste war die pneumatische Fundirung bei Pfeiler Nr. I im Gange, und auf dem schwimmenden Gerüste welches in geschützter Lage am Ufer verheftet, und bereits für den Pfeiler I in Verwendung gewesen war, wurde der Caisson zum Pfeiler II montirt, welche Arbeit am 19. November 1870 vollendet war.

Nach weiteren Vorbereitungen trat am 27. November die wichtige und folgenschwere Frage heran, ob das schwimmende Gerüst mit dem Caisson zur Stelle des zweiten Pfeilers im Strome geführt, und dort an das inzwischen erstellte, gleichzeitig als Schiff- und Eisbrecher dienende Pfahlwerk verankert werden solle, behufs Versenkung des Caissons mindestens auf eine genügende Tiefe, um dieses Fundament vor Eintritt des Eisrinnens zu sichern; oder ob es rathsamer sei, in der gesicherten Lage am Ufer zu überwintern, und diese Pfeilergründung auf das folgende Jahr zu verschieben.

Für dieses Unternehmen sprach die damit ermöglichte erhebliche Beschleunigung der Arbeiten, was in Hinblick auf den zu verkürzenden Bautermin von grosser Bedeutung war, ferner der günstige niedrige Wasserstand, welcher unter normalen Verhältnissen auch während der Monate November und December andauert, und es nach vieljährigen Erfahrungen angenommen werden konnte, dass ein gefährliches Eisrinnen erst Ende December, und ein Eisstoss im Januar oder Februar eintreten werde.

Nach aller Voraussicht und Wahrscheinlichkeit war mithin noch die erforderliche Zeit vorhanden, um diese Fundirung etwa 3—4·0^m tief in den Boden zu bewerkstelligen, daher den Pfeiler vor Eintritt des Eisganges vollständig zu sichern.

Auf Grund dieser reiflichen Erwägungen wurde daher unter Zustimmung und Ermunterung der verschiedenen Interessenten am 28. November 1870 das schwimmende Gerüst an die Stelle des zweiten Pfeilers im Strome geführt, an den Ankerketten befestigt und betreffs seiner genauen Lage eingemessen und regulirt.

Diese Arbeiten und die Einleitungen zum Beginne der pneumatischen Fundirung beanspruchten die Zeit bis zum 9. December, worauf der Caisson mittelst der Schraubenwinden successive vom Gerüstboden herabgelassen wurde, so dass er am 11. December die Flusssohle bei einem Wasserstand von 0·18^m unter Null berührte.

Hierauf wurde die Bétonirung des Plafonds des Caissons, dann die weitere Aufmauerung vorgenommen und eine Luftschleuse auf den rückwärtigen Einsteigschacht aufgesetzt, während der vordere mit einem Deckel abgeschlossen war, sowie die Luftleitung an das Gebläse angeschlossen.

In diesem Stadium befand sich die Sachlage und bereits war die Ordre ertheilt „Morgen wird angeblasen“ (5—6 Betriebstage hätten zur Sicherung des Fundamentes genügt) als der Wasserstand, der am 14. December noch 0·24^m unter Null betrug, erheblich stieg, und in Folge dessen der Beginn der pneumatischen Versenkung, mithin auch das Eindringen in die Flusssohle, bis nach erfolgter Aufbringung einer der vermehrten Wassersäule entsprechenden Ueberlast an Mauerwerk auf den Caisson, verzögert werden musste.

Die herrschende stürmische Witterung behinderte die Materialbeistellung, so dass es schwer hielt, die Mauerwerkslast entsprechend rasch, nach Maassgabe des rapid steigenden Wassers, zu vermehren.

Der mittelst 10 Schraubenketten an dem Schiffsgestüt aufgehängte Caisson, welcher bereits die Flusssohle berührt hatte, wurde zum Theil in Folge des bedeutenden Displacements seiner oberen Blechhülle dem die aufgebrachte Mauerwerkslast nicht Schritt halten konnte, und auch aus dem Umstande gehoben, und begann wieder zu schwimmen, weil das Nachlassen der Schraubenketten nicht so schnell bewerkstelligt werden konnte, wie es das ausserordentliche Steigen des Wasserstandes, daher die entsprechende Hebung der Gerüstschiffe, und endlich insbesondere auch die durch das Hochwasser entstandenen bedeutenden Auskolkungen der Flusssohle erfordert hätten.

Dieses in nicht ganz zwei Tagen durch das Hochwasser von 2·40^m über Null entstandene Displacement, welches durch eine Mauerwerkslast zu compensiren war, betrug 228 Tonnen.

Zu diesen ungünstigen Umständen, die für sich allein keinen üblen Ausgang zur Folge gehabt hätten, gesellte sich leider noch ein sehr heftiger anhaltender Sturm, welcher in der nämlichen Richtung wie die schiefe Strömung wirkte, und um das Maass voll zu machen, sank in der Nacht vom 20. zum 21. December 1870 die Temperatur von 3° über Null auf 8° R. unter Null.

Die Folgen dieser combinirten fatalen Verhältnisse, und des für gespannte Ketten bekanntermaassen verhängnissvollen beträchtlichen Temperaturwechsels konnten nicht ausbleiben, und so geschah es, dass am frühen Morgen des 21. Decembers die vordere Ankerkette gegen das rechte Ufer riss (Situation Fig. 1, Blatt 29) und das schwimmende Gerüst mit dem daranhängenden Caisson, der Richtung der Strömung nachgebend, etwas aus seiner Lage verschoben wurde. Um 1/4 7 Uhr Morgens liessen sodann mit donner-

ähnlichem Getöse die starken Ankerketten nach, die vom Richtschiffe ausgehend, den Caisson umschlangen und festhielten, worauf Gerüst und Caisson eine immer mehr verschobene Lage annahmen, und sich auch etwas stromabwärts bewegten.

So weit waren die Sachen gediehen, als es sich in dieser frühen Morgenstunde für mich darum handelte, die nun zu treffenden Maassnahmen anzuordnen.

Es war ein Moment der schwerwiegendsten Verantwortung und schwierigsten Schlussfassung sowohl mit Hinsicht auf Rettung dessen, was noch zu retten möglich war, wie insbesondere mit Hinblick auf die drohende Zerstörung der beiden damals noch bestehenden hölzernen Donaubrücken, der Taborbrücke und der Nordbahnbrücke. Dies waren die Erwägungen, die sich mir aufdrängten, als ich mittelst der angebrachten Fähre, und mit einer entschlossenen Mannschaft zu diesem in Bewegung gekommenen Pfeiler abstiess.

Als ich mich dort nach näherer Untersuchung davon überzeugte, dass die Bewegung dieses ganzen Systemes eine unaufhaltsame sei, und dasselbe auch schon erheblich von der ursprünglichen richtigen Lage des Pfeilers abgewichen war, so fasste ich um $\frac{1}{2}$ 11 Uhr Vormittags den Entschluss, lieber diesen begonnenen Bau ganz zu opfern, als der drohenden Gefahr entgegen zu gehen, mit dem stromabwärts treibenden Chaos die beiden Holzbrücken zu zerstören, und damit Wien von Norden, von der Zufuhr seiner Approvisionirung abzuschneiden.

Schon vor diesem Momente waren durch Herausschlagen von Nietten Löcher in die Blechhülle des Caissons gemacht worden, um dem Wasser den Eintritt in das Innere des Fundamentkörpers zu gestatten, und denselben auf diese Weise zu belasten.

In Ausführung des gefassten Entschlusses ertheilte ich sodann den Auftrag, die Bolzen an den Schraubenketten herauszuschlagen, mittelst welcher der Caisson an dem schwimmenden Gerüste aufgehängt war, damit derselbe auf die Flusssohle versinke, und eine Monstre-Verankerung für das ganze System bilde.

Diese für den Bestand des Schiffgerüsts sehr gefährliche Arbeit war im Gange, als das rechte Gerüstschiff ein Leck bekam, und dieser Vorfall durch unklugen Ausruf eines Arbeiters zur Kenntniss der Mannschaft gelangte, die sich nun einer weiteren Gefahr nicht mehr aussetzen wollte, und auf das Ueberfuhrschiff retirirte.

Der ergraute Fährmann, ein Beil in der Hand haltend zum Kappen des Seiles, welches die Fähre an das Gerüst befestigte, bat mit Thränen in den Augen den schleunigsten Rückzug anzutreten. Die Arbeit war jedoch noch nicht vollendet und es gelang, die Mannschaft trotz Krachen und Brechen einiger Gerüsttheile nochmals dahin zu bringen, ihre Pflicht zu thun.

Das Leck im Gerüstschiffe wurde von einigen beherzten Männern nothdürftig verstopft, und die letzten Bolzen aus den Aufhängketten geschlagen, in Folge dessen der Caisson rasch und ruckweise versank und schliesslich vom Wasser überfluthet wurde, wobei das Gerüst in allen Fugen krachte,

an einzelnen Theilen Schaden litt, und auch die Schiffe anfangen zu sinken, so dass die Mannschaft der drohenden Gefahr nicht länger trotzen wollte.

Das Gebläseschiff konnte von dem untergehenden schwimmenden Gerüste gelöst und durch Ankerwerfen beim Stromabwärtstreiben in Sicherheit gebracht werden. So wurde denn der Rückzug angetreten! Der Verlust war gross, aber wenigstens die Beruhigung vorhanden, dass nun der Caisson wie ein Riesen-Anker fest im Flussbette eingelagert und nichts weiter durch denselben zu befürchten sei.

$\frac{1}{4}$ 2 Uhr Nachmittags ging das rechte, um 4 Uhr endlich auch das linke Gerüstschiff unter.

Dies ist die Entstehung des in späterer Zeit sogenannten „Schiffahrtshindernisses“, welche ich deswegen ausführlich geschildert habe, weil es von Werth sein dürfte, die Umstände, die diese Katastrophe herbeigeführt haben, genau zur Kenntniss zu bringen.

Die weiteren Vorkehrungen, welche nun getroffen wurden, will ich nicht weiter behandeln, jedoch ist zu erwähnen, dass vom 23. December an, in Folge starken Eisrinnens jede Communication mit den Pfeilertrümmern unmöglich war; erst am 30. und 31. December, dann am 1. Januar konnten dorthin durch das Eis gewagte Schiffsexpeditionen unternommen werden, wobei Theile der Ketten, Schrauben und andere Utensilien abgetragen und an das linke Ufer geschafft wurden. Hierauf war die Communication wieder bis zum 8. Januar 1871 unterbrochen, an welchem Tage mit vieler Mühe der Verankerungsponton und ein Locomobil sammt Transmission glücklich an's Ufer in Sicherheit gebracht wurde, worauf am 9. und 10. Januar die Demontirung des schwimmenden Gerüsts in Angriff genommen werden konnte, bei welchen Gelegenheiten auch die den damaligen Zustand darstellenden Skizzen (Blatt 29, Fig. 2, 3) aufgenommen wurden.

Von diesem Zeitpunkte hörte aber die Möglichkeit auf, zu den Gerüsttrümmern zu gelangen, in Folge des sich stellenden und nachschiebenden Eisstosses, und es zeigten sich Eispresungen, die in ihrer elementaren Gewalt zur weiteren Zerstörung dieser Gerüsttrümmer beitrugen.

Grosse Eisschollen, welche bald im freien Fahrwasser forttreibend, bald an anderen berstend sich hoch aufthürmten, nahmen am 18. Januar die beiden aus je 19 gut verzangten Piloten gebildeten Eisbrecher, oder vielmehr zur Gerüstverankerung dienenden Pfahlwerke, vor den Pfeilern I und II mit sich fort, ohne ruckweise Anzeichen eines Kraftaufwandes, sondern wie mit dem Rasirmesser abschneidend.

Als es sich nun auch am 19. Januar als unausführbar herausstellte, zu dem schwimmenden Gerüste zu gelangen, jedoch dem stricten behördlichen Auftrage absolut nachgekommen werden musste, welcher dahin lautete, das Schiffgerüste auf welche Weise immer sofort zu zerstören, um damit die Möglichkeit auszuschliessen, dass etwa bei dem drohenden Abgange des Eisstosses dieses Gerüste gegen die hölzernen Donaubrücken geschleudert würde — verblieb zur Erfüllung dieses Auftrages nunmehr kein anderes Mittel, als zu trachten, das Schiffgerüste in Brand zu stecken, indem die Zufahrt zu demselben mit der allergrössten Lebensgefahr verknüpft war.

Die Geniecorps-Direction in Wien wurde daher um ihre Ansicht befragt, ob es nicht möglich sei, dies Gerüst vom Ufer aus in Brand zu schiessen. Herr Major von Kotschitzky und Herr Oberlieutenant von Steeb waren in höchst dankenswerther Zuvorkommenheit sofort bereit, hierüber einen Augenschein vorzunehmen, erklärten daraufhin aber eine Inbrandschiessung wegen der geringen sichtbaren Fläche des Objectes als unthunlich. Der genannte Herr Major kam dagegen zu dem Schlusse, dass eine directe Anzündung des Gerüsts durchführbar sei und beauftragte Herrn Oberlieutenant Steeb sich am nächsten Morgen, den 20. Januar in aller Frühe mit einem Commando Geniesoldaten am rechten Ufer der Baustelle einzufinden, um mit Stroh, Pech, Petroleum u. s. w. beladen, den gefährlichen Zugang zum Schiffsgerüste durch das Eis zu erkämpfen und die Anzündung zu bewirken.

Alle nöthigen Vorbereitungen wurden noch am Vorabend getroffen, und der hiezu commandirte Officier mochte wohl das Bewusstsein haben, dass ihm die Durchführung eines mit Lebensgefahr verknüpften Auftrages übertragen warf.

Der Wasserstand, welcher des Tages über sich au, 2.20^m über Null gehalten hatte, stieg gegen Abend etwas dann aber rapid zunehmend erreichte derselbe am 20. Januar um 1/23 Uhr Morgens die Höhe von 3.30^m. In Folge dessen wurde das schwimmende Gerüst gehoben und mit dem sich in Bewegung setzenden Eisstoss gegen das Kaiserwasser zu getrieben, dabei den vorderen Schacht des Caissons, und jenen mit der Luftschleuse darauf abbrechend.

In der Höhe des „Rollers“ staute sich wieder das Eis und das Gerüst, worauf das Wasser um 0.75^m abfiel, dann aber wieder allmählig auf die Höhe von 3.50^m über Null stieg, worauf endlich die ganzen Eismassen sich gegen die Holzbrücken in Bewegung setzten und das schwimmende Gerüst mitnahmen, welches mit dem Vordertheil stromabwärts gekehrt, um 1/47 Uhr Morgens die Oeffnung zwischen dem 4. und 5. Joche der Taborbrücke äusserst glücklich mit geringfügiger Beschädigung passirte, und sich dann quer vor die Oeffnung des 8. und 9. Joches der Nordbahn-Brücke legte und dieselbe etwas gefährdete.

Es gelang jedoch bis zum Abend das Schiffsgerüst derart zu demoliren, dass die isolirten und theilweise zerstörten Schiffe ohne weiteren Schaden zu verursachen mit dem Treibeise abgingen.

Man kann sich nun die überraschten Gesichter der Genietruppe denken, als dieselbe ausgerüstet zur Ausführung des erhaltenen Auftrages am frühen Morgen gewahr wurden, dass das in Brand zu steckende Object über Nacht verschwunden war; und es war besser so!

II. Beseitigung des versunkenen Caissons im Hinblick auf dessen Wiederverwendung.

Um sich Rechenschaft darüber zu geben, in welcher Weise zur Erreichung dieses Zweckes vorgegangen werden müsse, wurde die genaue Situation des versunkenen Caissons, wie überhaupt seine Lage im Flussbette durch vielfache Sondirungen und Einmessungen ermittelt.

Diese Arbeiten konnten erst vorgenommen werden nach Abgang des Eisstosses, welcher sich nämlich am

21. Februar nochmals gestellt hatte, und erst am 24. Februar 1871 bei dem aussergewöhnlichen Wasserstand von 4.85^m über Null abging, Ueberschwemmungen verursachend, die in Aller Gedächtniss sind.

Aus dem Plane (Blatt 29, Fig. 3, 4, 6,) ist die damals erhobene Lage des versunkenen Caissons in Bezug auf die richtige Stellung des Pfeilers II zu entnehmen, sowie die Tiefe und Art, wie sich der Caisson in der Flusssohle eingebettet vorfand. Hiebei stellte sich auch heraus, dass die abgebrochenen Schachtrohre und die Luftschleuse in der auf der Skizze angedeuteten Weise neben und auf dem versunkenen Caisson im Flussbette begraben lagen.

Für die Beschleunigung des Brückenbaues war die sofortige Inangriffnahme des Neubaus dieses Pfeilers II erforderlich, und wurde daher, sobald es die Eisverhältnisse gestatteten, mit der Herstellung eines pilotirten Gerüsts begonnen, indem für diesen Pfeilerbau auf die Wiederverwendung des zuerst hiezu bestimmten, jetzt versunkenen Caissons verzichtet wurde.

Wegen des voraussichtlich längeren Zeitraumes, welchen die Hebung des letzteren verursachen würde, lag es vielmehr in der Absicht, diesen Caisson, nach Gelingen der Operation beim Bau des letzten Strompfeilers Nr. V zu benützen.

Die in Aussicht genommene Art der Hebung ist in Fig. 5, Blatt 29 dargestellt. Auf jeder Seite des versunkenen Caissons sollten fünf Piloten, u. zw. neben den Stellen der früheren Aufhängpunkte, geschlagen und durch Zangen entsprechend verbunden werden, zum Zwecke der Anbringung der Hebevorrichtungen.

Um die Hebung zu ermöglichen war es nun in erster Linie erforderlich, dass die Glieder der Aufhängketten, welche seinerzeit nach Herausschlagung der Bolzen mit dem Caisson versunken waren, aufgefunden wurden. Gelang dies, so hätte der hebenden Wirkung der 10 Stück Schraubenketten von je 15 Tonnen Maximaltragkraft, noch die Einblasung von comprimierter Luft in den unteren Caissonraum zu Hilfe kommen müssen, um nicht blos die versunkene Last zu heben, sondern auch die dabei auftretende Reibung der Caissonwände gegen das Schottermateriale des Flussbettes zu überwinden.

Im Programm für die Hebung war ferner vorgesehen, dass, sobald der Caisson auf diese Weise ausser Wasser gebracht worden wäre, das bereits auf demselben ausgeführte Mauerwerk successive mit der fortschreitenden Hebung abzutragen sei, worauf endlich die gänzliche Hebung und Deponirung auf einem provisorisch einzuschiebenden Gerüstboden geschehen, und die erforderlichen Reparaturen an diesem Caisson vorgenommen werden sollten.

Hierauf wäre ein bereits vorhandenes Schiff geeigneter Grösse unter diesen Gerüstboden geführt, in dasselbe der reparirte Caisson herabgelassen, und dann zum Baugerüste für den Pfeiler V überführt worden, wo die Verwendung desselben zur pneumatischen Gründung jenes Pfeilers in bekannter Weise hätte stattfinden können.

Die schwierigste der bei diesem Arbeitsprogramm vorgesehenen Operationen, von deren Gelingen überhaupt

der ganze Erfolg abhängig war, bestand in dem Auffinden der unter Wasser liegenden, zum Theil im Flussbett vergrabenen Aufhängketten.

Ehe übrigens an diese Arbeit gegangen werden konnte, musste der Caisson unter Wasser etwas abgeräumt werden, wozu in erster Linie die Hebung der beiden eisernen Schächte und der Luftschleuse gehörte, welche nach verschiedenen vergeblichen Bemühungen am 10. April 1871 glückte.

Inzwischen wurde ein für die vorzunehmenden Arbeiten sich besonders eignender Taucherapparat sammt Luftpumpe von der Firma Siebe & Gorman in London beschafft und ein renommirter Taucher engagirt, um die 10 Aufhängketten des Caissons unter Wasser aufzufinden, zu befestigen und zu Tage zu fördern.

Nach Ankunft des Taucherapparates und Einschulung der Hilfsmannschaft zeigte sich bei den ersten Taucherversuchen, die gemacht wurden um von dem Ankerschiffe, welches über dem versunkenen Caisson lag, zu demselben herabzusteigen, dass es wegen der Strömung der Donau, u. zw. nur bei mittlerem Wasserstande, dem Taucher ganz unmöglich war nur unter das Wasser zu kommen, da derselbe trotz Beschwerung mit Bleigewichten von der Strömung sofort mitgerissen wurde.

Man vermehrte darauf die Belastung des Tauchers, befestigte u. A. 24^{kg} Blei Extragewicht auf den Stiefelsohlen, führte eine schwere eiserne Leiter mit gebogener Blechwand zum Schutz gegen die Strömung beim Herabsteigen vom Schiffe auf die Flusssohle ein, und nahm die Taucherversuche wieder auf.

Das Resultat war kein günstiges, denn trotz Anspornung durch grosse Versprechungen gelang es dem Taucher schliesslich nur gerade bis zur Flusssohle herabzusteigen und ein paar Steine zu Tage zu fördern, doch von einer wirklichen Arbeit und einem längeren Aufenthalte unter Wasser war wegen der grossen Geschwindigkeit des Wassers und der geringen Wasserhöhe von 3—4^m keine Rede; endlich erklärte der Taucher auch die Arbeit für zu gefährvoll und wurde daher entlassen. Ein anderer erfahrener Taucher erzielte trotz des besten Willens und grosser Ausdauer kein besseres Resultat.

Die Versuche, durch Taucher die Aufhängketten des Caissons unter Wasser zu erfassen und zu Tage zu fördern, mussten daher in der starken Strömung der Donau aufgegeben werden.

Es wären nun wohl Mittel denkbar und ausführbar gewesen, um sich z. B. durch eine pilotirte Schutzwand oder einen geschlossenen Taucherkasten ein ruhiges Wasser zur Vornahme dieser Arbeiten zu schaffen; allein eines-theils hätte die Ausführung solcher Schutzbauten oder Vorkehrungen sehr umfangreich und solid gemacht werden müssen, und andererseits wären diese Herstellungen mit einem erheblichen Zeitverlust verknüpft gewesen.

Angenommen selbst, dass die Hebung des Caissons in Folge dieser Hilfsmittel endlich gelungen wäre, so hätte derselbe nicht mehr bei diesem Brückenobject verwendet werden können; die Kosten der Hebung wären daher

in keinem Verhältnisse zu dem Werthe der dadurch zu Tage geförderten Materialien gestanden, welche in diesem Falle nur mehr Alt-Eisen und Steintrümmer repräsentirten.

Das Resultat dieser Erwägungen musste daher zu dem Entschlusse führen, von der Hebung des Caissons mit Hinblick auf seine Wiederverwendung bei diesem Brückenbaue und in weiterer Consequenz auch von dessen Hebung überhaupt gänzlich zu abstrahiren.

Am Schlusse dieses Abschnittes mag erwähnt werden, dass die Bauarbeiten ihren ungestörten Fortgang nahmen, und, dass trotz des eingetretenen Unfalles das Brückenobject 3¹/₂ Monate vor dem contractmässigen Termin, in 18 Monaten Bauzeit vollendet wurde.

Es wäre nun wohl zu erwarten gewesen, dass man den in bekannter Lage im Donaubett vergrabenen Caisson in seiner Ruhe ungestört gelassen hätte, allein die Donau-Regulirungs-Commission erklärte, dass sie den Caisson in dieser Lage nicht dulden könne und verlangen müsse, dass derselbe wenigstens so weit entfernt werde, damit die in Aussicht genommene Normaltiefe des Flussbettes von 10' unter Neu-Null nicht verkürzt werde.

III. Gänzliche Beseitigung des Schiffahrtshindernisses.

Die Mittel, welche zum Zwecke der geforderten Beseitigung des Caissons angewendet wurden, waren verschiedener Art und werden in der Reihenfolge ihrer Ausführung beschrieben.

a) Erster Versuch den Caisson durch Sprengung unter Wasser auf das gewünschte Maass zu entfernen.

Im Frühling des Jahres 1872, als auf die Beseitigung dieses Pfeilerfragmentes mit Nachdruck bestanden wurde, gelangte die Idee zur Erörterung, ob es mit Rücksicht auf den nicht weit entfernten inzwischen erbauten Brückenpfeiler gefahrlos und überhaupt ausführbar sei, die Zerstörung des Caissons bis auf die vorgeschriebene Tiefe unter Wasser mittelst Dynamitsprengungen vorzunehmen.

Als ungefähre Anhaltspunkte bei Beurtheilung dieser Frage konnten damals nur Erfahrungsergebnisse dienen, die sich bei Eissprengungen mittelst Dynamit ergeben hatten, welche dahin gingen, dass bei 1.80^m—2.40^m Wassertiefe und einer Eisdicke von 0.30^m—0.45^m mittelst Dynamitladungen von:

2 ¹ / ₂ ^{kg}	ein Eistrichter im Durchmesser von 6.3—7.0 ^m
3 ^{kg}	" " " " " 7.5—8.2 ^m
5 ^{kg}	" " " " " 8.5—9.8 ^m

glatt, ohne weitere Sprünge am Umfange zurückzulassen, ausgesprengt wurde, wodurch sich feststellen liess, bis auf welchen Umkreis jeweilig die zerstörende Wirkung der Explosion unter diesen Umständen zur Geltung gelangte.

Da nun, wie die Situation zeigt, der dem bestehenden Pfeiler nächstgelegene Punkt des versunkenen Caissons noch 5.30^m von ersterem entfernt ist, so konnte aus den mitgetheilten Erfahrungsergebnissen geschlossen werden, dass Dynamitsprengungen unter Anwendung von aufgelegten Ladungen im Gewichte von 4—5^{kg} keine für den Bestand des Pfeilers Bedenken erregenden Consequenzen haben würden, wie auch nicht für die etwa 11.0^m über dieser Stelle be-

findliche Eisenconstruction der Brücke, indem die anderen Ortes gemachten Beobachtungen gezeigt hatten, dass die gelösten Trümmer bei einer Explosion nicht nach aufwärts geschleudert werden.

Auf diese Erfahrungen gestützt wurden die ersten Sprengversuche am 2. März 1872 an dem versunkenen Caisson gemacht, wobei Herr Genie-Oberlieutenant von Steeb als Sachverständiger im Sprengfache fungirte, um zu ermitteln, bis zu welcher Stärke der Ladungen gegangen werden könne, ohne den Pfeiler zu erschüttern und auf welche Weise die Sprengungen überhaupt behufs Beseitigung des Caissons am zweckmässigsten einzuleiten wären.

In erster Linie wurde dabei die Zerstörung der hervorragenden Bleche, sodann die Beseitigung und Vertiefung des auf der Decke des Caissons liegenden Mauerwerkes in's Auge gefasst. Zur Erreichung des ersteren Zweckes wurden Blechröhren von 1.0^m Länge und 26^{mm} Durchmesser verwendet, welche mit den im Handel am häufigsten vorkommenden $\frac{7}{8}$ zölligen (25^{mm}) Dynamitpatronen gefüllt wurden, daher eine Ladung von 0.75^{kg} ausmachten.

Für die Absprengung des Mauerwerkes waren cylindrische Sprengbüchsen in Aussicht genommen, von 6zölligem (0.158^m) Durchmesser und gleicher Höhe, mit einer Ladung von 4.0^{kg} Dynamit. Sämmtliche Sprengbüchsen erhielten Zündpatronen, und waren zur elektrischen Zündung mit Rückleitung durch das Wasser eingerichtet. Auch bei Ausführung dieser Sprengversuche zeigte sich die bei dem mittleren Wasserstand von 0.60^m über Null immerhin schon starke Strömung als sehr hinderlich, besonders bei dem geeigneten Anbringen der Sprengbüchsen, obschon dieselben entsprechend beschwert mit starken Sondirstangen, von einem Schiffe aus, an den versunkenen Caisson angebracht wurden.

Aus dieser Ursache ergab auch der Versuch mit den 1.0^m langen Sprengröhren kein Resultat, dagegen konnte die mit 4.0^{kg} Dynamit geladene Sprengbüchse in Folge geeigneter Vorkehrungen an die obere Caissonwand angebracht werden, was jedoch nahezu zwei Stunden in Anspruch nahm. Nachdem sich das manipulirende Personal theils auf den Pfeiler II zurückgezogen, theils mit dem Schiffe hinter den Schutz desselben begeben hatte, erfolgte die Zündung von diesem Pfeiler aus durch Reibungs-Elektricität.

Die Explosion erzeugte einen Wasserkegel von etwa 5.0^m Höhe und das Wasser stieg an der Landseite des Pfeilers II um beiläufig 0.30^m. Ein Herausschleudern von Trümmern oder fester Körper wurde nicht beobachtet und auch keine Vibration des Pfeilers von den auf demselben während der Explosion befindlichen Personen. Die Eisenconstruction wurde dagegen in eine mässige Schwingung versetzt, so dass am Pfeiler III sich die Träger-Enden um circa 8^{mm} entfernten.

Die unterirdische Wirkung der Ladung hatte sich, so weit dies durch die Sondirungen constatirt werden konnte, auf die Aussprengung eines Mauerkörpers von etwa 0.50^m Dicke erstreckt und die Blechwände des Caissons mehrfach zerrissen.

Die Resultate der gemachten Sprengversuche führten die denselben Beiwohnenden zu dem Schlusse, dass die

Anwendung von Dynamitladungen bis zu und auch über 4.0^{kg} zulässig seien, ohne den Pfeiler II zu gefährden und dass die Beseitigung des verlangten Theiles des versunkenen Caissons auf diesem Wege zu erzielen wäre, wozu jedoch besondere Vorkehrungen getroffen werden müssten, um die Ladungen bei der vorhandenen starken Strömung mit Sicherheit und Genauigkeit an die jeweilig im vorhinein bestimmte und einzumessende Stelle zu bringen.

Hierauf fussend wurde ein detaillirtes Programm mit den zu treffenden Einrichtungen festgestellt, um in diesem Sinne die Sprengungen vorzunehmen, allein die k. k. General-Inspection, welcher inzwischen das Ergebniss der gemachten Sprengversuche mitgetheilt worden war, sah sich bestimmt, die Vornahme weiterer Sprengungen gänzlich zu untersagen, mit Rücksicht auf eine etwa doch mögliche Gefährdung des bestehenden Pfeilers.

In Folge dieser Verfügung mussten neuerdings die Mittel und Wege erörtert werden, um zu der gewünschten Beseitigung des Schiffahrtshindernisses zu gelangen.

b) Commissionelle Berathung der zulässigen Mittel zur Beseitigung.

Zu diesem Ende fand 23. April 1872 eine Local-commission unter Beiziehung sämmtlicher Interessenten statt, deren Berathungen zu dem Vorschlage von drei Mitteln zur Beseitigung des versunkenen Caissons führten u. zw.

1. Sprengung mit Dynamit.

2. Mechanische Zertrümmerung mittelst einer Stemmvorrichtung, in ähnlicher Weise wie dies im Jahre 1867 bei der Taborbrücke an einem vor zwei Brückenjochen versunkenen eisernen Schlepper der D. D. S. G. mit Erfolg zur Anwendung gekommen war.

3. Tieferes Eingraben des Caissons bis zu dessen Versenkung unter die Sohle des künftigen Flussbettes, u. zw. mittelst Ausbaggerung einer Grube von geeigneter Tiefe und Ausdehnung neben dem Caisson.

Nach mannigfachen Erwägungen wurde das zuletzt in Vorschlag gebrachte Mittel zur Anwendung bestimmt, indem Sprengungen mit Dynamit in Folge der Seitens der k. k. General-Inspection geäusserten Bedenken nicht weiter in Frage kommen konnten.

c) Beseitigung durch Baggerung.

Um zu dem gewünschten Resultate, d. h. dahin zu gelangen, dass durch den versunkenen Caisson an keinem Punkte die freie Tiefe des Flussbettes von 10' = 3.16^m unter Neu-Null beeinträchtigt werde, war es erforderlich, denselben in seiner verticalen Lage um circa 1.50^m zu vertiefen, was durch Ausbaggerung einer Grube im Flussbette etwa in 5.0^m senkrechter Entfernung von der unteren Caissonwand, und einer Tiefe derselben von circa 7.0^m unter Nullwasser erreicht werden konnte, indem der Caisson in diese ausgebaggerte Grube versinken musste, und sich daher die gewünschte Mehtiefe im Donaulaufe als Resultat ergeben hätte.

Obschon die Baggerarbeit im Herbste 1872 auszuführen war, wo niedrigere Wasserstände eintreten, so musste hiebei doch auf solche von 0.50—0.60^m über Null gerechnet, daher ein Baggergeräth in's Auge gefasst werden, welches gestattet, auf 7.5—8.0^m Tiefe unter Wasserspiegel zu arbeiten.

Indem jedoch ein solcher Baggerapparat auch bei den Donau-Regulierungsarbeiten überhaupt auf der Donau nicht erhältlich war, so wurde speciell zu diesem Zwecke ein eigener Schiffbagger mit vertical stehender Baggerleiter von genügender Länge gebaut, um bis auf die genannte Tiefe functioniren zu können.

Der Baggermechanismus wurde durch ein Locomobil von 12 nominellen Pferdekraften betrieben und die Construction war derart durchgeführt, dass bei zehnstündiger effectiver Arbeitszeit etwa 300—350^{kbm} Material aus der Tiefe von 7—8·0^m gefördert werden konnten.

Am 12. October wurde der Schiffsbagger an Ort und Stelle geschafft, vom 13.—15. October die Baggerleiter, Ketten und Körbe eingehängt und dabei gleichzeitig die nöthigen Sondirungen vorgenommen, so dass die Baggerung am 16. October bei einem Wasserstande von 0·06^m über Null begonnen werden konnte.

Bis Mitte November war es gelungen eine Vertiefung von annähernd 7·50^m unter Nullwasserspiegel, circa 5·0^m entfernt von der stromabwärtigen Flucht des Caissons auszubaggern.

Zur Beseitigung der geförderten Aushubmaterialien waren Transportschiffe beigestellt, zu deren Verführung ein Remorqueur diente.

Aus den auf Blatt 30, Fig. 1 enthaltenen, zu verschiedenen Zeiten während des Verlaufes der Arbeiten aufgenommenen Profilen ist ersichtlich, dass die einmal ausgebagerte Vertiefung nur in der Mitte des Caissons, bei den Profilen 3, 4 und 5 und auch bei diesen nur auf kurze Zeit erhalten werden konnte, weil derselbe dort einen Schutz gegen das durch den Strom immerfort zugeführte Geschiebe bildete.

Dagegen war es nicht möglich, an den beiden Enden des Caissons, Profile 2 und 6, eine bleibende Vertiefung am Grunde herzustellen, weil hier der Strom die durch Ausbaggerung erzielten Vertiefungen sofort wieder mit Schotter zulegte, umso mehr weil die Baggararbeit vielfachen Störungen ausgesetzt war.

Der Betrieb des Baggers wurde nämlich gerade in der Zeit der günstigsten Wasserstände tagelang dadurch unterbrochen, dass verschiedene Materialien und Geräthschaften, Ketten, Bleche u. s. w., welche mit dem Caisson versunken waren, trotz der angegebenen Entfernung, in welcher die Baggerung von demselben vorgenommen wurde, sich in die Baggerketten verwickelten und nur mit vieler Mühe und grossem Zeitaufwande wieder zu entfernen waren, oder, wie dies auch vorkam, Brüche in dem Baggergeräthe und dadurch andauernde Betriebsstörungen verursachten.

Ein höherer Wasserstand endlich, von 0·63^m über Null, welcher sich am 17. und 18. November einstellte, veranlasste, dass die bis dahin durch die Baggerung erhaltene Vertiefung wieder vollständig ausgefüllt wurde und gelang es späterhin wegen des anhaltenden höheren Wasserstandes nicht mehr, mit der Ausbaggerung tiefer als 5·0^m unter Null zu gelangen, wie sich dies bei Durchsicht der Profile und Vergleich des Datums herausstellt.

Es muss noch bemerkt werden, dass in der Lage des Caissons, auch zur Zeit als die ausgebagerte Grube die

erwähnte grösste Tiefe erreicht hatte, keinerlei Veränderung beobachtet wurde, jedoch ergaben vorgenommene Sondirungen, dass das im Innern des Caissons befindlich gewesene Geschiebe beinahe ganz ausgeflossen war.

Um einen Begriff von der Menge des gebaggerten Aushubes zu geben, ist anzuführen, dass durchschnittlich das auf dem Plane angegebene Normalprofil auszubaggern war, welches einen Querschnitt von 41^{□m} besitzt, so dass theoretisch bei einer Länge der auszuhebenden Grube von 20·0^m sich ein Aushub von 820^{kbm} ergibt.

Es wurden effectiv über 2500^{kbm} ausgebagert, daher mehr als dreimal der Inhalt, welcher theoretisch genügt hätte.

Da in der Lage des versunkenen Caissons, wie erwähnt, selbst beim günstigsten Stande der Baggararbeit keine Veränderung wahrgenommen wurde und bei dem bestehenden höheren Wasserstande die Grube nicht tiefer als 5·0^m unter Null herzustellen war, so konnte auf ein befriedigendes Resultat der Baggararbeiten nur dann gehofft werden, wenn es sich erzielen liesse, die Strömung durch besondere Schutzvorrichtungen abzulenken und die Versandung der einmal erhaltenen Vertiefungen dadurch gänzlich hintanzuhalten.

Um dies zu erreichen, wurde die Herstellung eines Einbaues in den Strom vor dem versunkenen Caisson in Form einer geschlossenen Pfahlwand in Vorschlag gebracht; allein es erschien bei näherer Prüfung dieses Mittel als nicht wohl ausführbar und hiezu geeignet, indem die Pfahlwand nicht leicht so dicht hätte hergestellt werden können, um das Durchrinnen des Geschiebes durch die kleinen Zwischenräume gänzlich zu verhindern, insbesondere aber aus dem Grunde, weil eine solche Pfahlwand gerade da wo sie hauptsächlich von Nutzen sein sollte, nämlich am Profil 7, durch die Baggerung untergraben und sodann von der Strömung fortgerissen worden wäre, deren Gewalt diesen Einbau überhaupt als sehr gefährlich erscheinen liess.

Aus diesen Gründen und wegen der jedenfalls sehr bedeutenden damit verknüpften Kosten wurde der vorgeschlagene Einbau nicht zur Ausführung gebracht, und da sich die bis nun gemachten Baggerungen als völlig nutzlos erwiesen hatten und ein weiterer Erfolg absolut nicht zu erwarten war, so musste von diesem Mittel zur Beseitigung des versunkenen Caissons abgegangen werden, um so mehr, da die Strompolizei der vorgeschrittenen Jahreszeit halber den Schiffsverkehr auf der Donau am 1. December 1872 gänzlich untersagte.

Nach dem früher mitgetheilten Beschlusse der Fachcommission stand nun noch die Wahl des dritten in Aussicht genommenen Mittels, nämlich die

d) mechanische Zertrümmerung des Schifffahrts-Hindernisses offen. Bei eingehender Erwägung und Berücksichtigung der grossen Festigkeit der zu zerstörenden Construction, der starken Strömung und der umfangreichen hiefür zu treffenden Vorkehrungen, musste der Erfolg als so unwahrscheinlich erscheinen, dass es nicht rathsam war, selbst die Kosten eines diesbezüglichen Versuches aufzuwenden.

Obschon wiederholt Vorstellungen in dem Sinne gemacht wurden, dass das versunkene Pfeilerfragment kein Hinderniss für die Befahrung der Donau ausmache, indem die Fahrzeuge

ohnedem die Nähe der Pfeiler meiden, wurde diese Anschauung nicht gebilligt, vielmehr verlangte das k. k. Handelsministerium, dass der versunkene Caisson schleunigst entfernt werde.

Da die gemachten Versuche mit Dynamitsprengungen die relativ besten Resultate ergeben, und auch das Bauwerk nicht beschädigt hatten, so wurde nochmals das Ansuchen um Bewilligung der Vornahme neuer diesbezüglicher Versuche gestellt, zu dem Ende, um die Stärke der zulässigen Ladungen und die geeignetste Art der Anbringung derselben zu ermitteln.

e) Sprengung mit Dynamit.

Die behördliche Zustimmung hiezu wurde erteilt, aber die Durchführung dieser Sprengversuche auf den Herbst 1873 verschoben, da die Erfahrung gezeigt hatte, dass das richtige Anbringen der Patronen die einzige Schwierigkeit bei diesen Arbeiten und hiebei ein höherer Wasserstand sehr hinderlich ist.

In der Zwischenzeit wurden die zu treffenden Einrichtungen mit dem Sachverständigen im Sprengfache, als welcher diesmal Herr Geniehauptmann Lauer functionirte, vereinbart und die Ausrüstung eines Sprengschiffes beschlossen, dessen Construction aus Fig. 2, 3, Blatt 30 zu entnehmen ist.

Anfangs October 1873 wurde das ausgerüstete Sprengschiff oberhalb des versunkenen Caissons in der angegebenen Weise mit vier Ankern im Strome festgelegt.

Das Sprengschiff war ein sogenannter „Trauner“ von 24.65^m Länge und 3.8^m Breite, und konnte mittelst der vier ausgeworfenen Anker und der vier Ketten, welche am Schiffe über Haspel laufen, auf jede gewünschte Stelle, insoweit dieselbe im Bereiche des versunkenen Caissons lag, gebracht und genau fixirt werden.

Am Hintertheil des Schiffes ist zur Vornahme der Sprengarbeiten ein 5.0^m frei über den Schiffsrand hervorragendes Gerüst aus leichten Hölzern angebracht, versehen mit einem zur Manipulation bestimmten Bretterboden und einem Leitrahmen, bestehend aus zwei, unter circa 60° geneigten, durch Querhölzer verbundenen Balken und dazu bestimmt, die Sprengbüchsen mit dieser Führung zum versunkenen Caisson zu bringen.

Auf dem oberen Querholze ist eine eiserne Rolle gelagert, über welche eine Kette läuft, die einerseits auf einen Haspel führt und mit ihrem anderen Ende an die ebenfalls geneigte Leitstange für die Patronen befestigt ist.

Diese Leitstange ist aus zusammengenieteten eisernen Gasröhren von 2 1/2" = 65^{mm} innerer Weite und 1 1/2" = 39^{mm} Wandstärke gebildet.

Im Niveau des Bretterbodens ist diese Leitstange durch zwei Querhölzer nochmals geführt, wobei es durch Einstecken von zwei starken Eisenstiften, an verschiedenen Punkten zwischen denselben, ermöglicht ist die Leitstange in beliebiger Richtung festzuhalten.

An dem oberen Querholze ist die Leitstange durch einen Bügel geführt. Anfänglich hatte dieselbe eine Länge von 3.80^m, später bei den Sprengungen in grösserer Tiefe eine Länge von 4.75^m.

Die Anbringung der Patronen an die eiserne Leitstange erfolgte durch kurze hölzerne Stöcke von 5—8^m Stärke und 1.50—2.0^m Länge, welche in das untere, auf circa 30^{cm} auf-

geschlitzte, und daher etwas federnde Ende des Gasrohres eingepasst, mit zwei Stellringen festgeklemmt und durch Holzschrauben festgehalten wurden. An ihrem unteren Ende waren die Holzstöcke auf die halbe Dicke abgeflacht, und hieran die Sprengbüchse mittelst eines eingelötheten Stiftes durch Schnüre derart befestigt, dass die adjustirte Patrone die Kapsel nach unten gekehrt hatte.

Behufs Vornahme der Sprengungen wurde das Manipulationsschiff mit Hilfe des Haspels etwa 6.0^m oberhalb der Stelle festgehalten, wo die Explosion stattfinden sollte; dann in beschriebener Weise an dem unteren Ende der, mittelst der Kette aufgewundenen, eisernen Leitstange der hölzerne Stock mit der daran befestigten Sprengbüchse angebracht. Hierauf wurde die Leitung zur elektrischen Zündmaschine hergestellt, die ebenfalls auf dem Sprengschiffe sich befand, und dann die so armirte und geführte Leitstange mit der Handkette in das Wasser herabgelassen, bis die Patrone auf dem Caisson aufstiess.

Alle Arbeiter entfernten sich sodann von dem herausragenden Sprengerüste und es wurde mit wenigen, gewöhnlich 3—4 Drehungen an der Zündmaschine der elektrische Strom inducirt und die Patrone losgebrannt, ohne das Schiff aus seiner verankerten Lage zu entfernen.

Nach erfolgter Explosion wurde die Leitstange herausgezogen, der abgeschossene hölzerne Stock durch einen anderen ersetzt, die Sprengbüchse daran befestigt, und die Manipulation von Neuem begonnen.

Aus der Beschreibung dieses Arbeitsvorganges kann schon entnommen werden, dass nur die Anwendung von schwachen Dynamitladungen in Aussicht genommen war, und zwar geschah dies deswegen, um die aufgetretenen Bedenken wegen der Nähe des bestehenden Pfeilers zu berücksichtigen, und um das Durchschlagen des Schiffsbodens durch Explosionstrümmer zu vermeiden.

Demgemäss kamen daher vorerst Patronen von 0.28^{kg} (1/2 W. Pf.) Dynamit versuchsweise zur Anwendung, wobei die zur Beurtheilung des erzielten Effectes am 21. October 1873 anwesende Fachcommission sich dahin äusserte, dass die Zerstörung des Caissons durch Sprengschüsse mit Dynamitpatronen, ohne Gefährdung des bestehenden Bauwerkes ausgeführt werden könne, und dass dieser Vorgang als das voraussichtlich beste Mittel bezeichnet werden müsse, um zu dem verlangten Resultate zu gelangen, da sich als Effect der Probeschüsse Vertiefungen bis zu 40^{cm} in der geneigten Richtung der Leitstange gemessen, an dem versunkenen Caisson constatiren liessen.

Infolge dieses Befundes konnten die Sprengungen mit Dynamitladungen im Gewichte von 0.28^{kg} endgiltig eingeleitet werden, und kamen bis zum 7. November 65 Schüsse zur Explosion, womit circa ein Drittel der Caissonfläche vom unteren Ende aus gerechnet, bis auf die verlangte Tiefe von 3.16^m unter Null beseitigt wurde.

Die Wirkungen dieser schwachen Ladungen stellten sich jedoch als zu gering heraus, so dass am 7. November weitere Versuche in Gegenwart der genannten Commission. unter Anwendung von Patronen mit 0.56^{kg} (1.0 W. Pf.) und 0.84^{kg} (1 1/2 W. Pf.) Dynamitgewicht zur Durchführung kamen. Hiebei stellte sich heraus, dass eine Erschütterung

der Eisenconstruction und Pfeiler nicht wahrnehmbar war, und dass kein Herausschleudern von abgesprengten Trümmern erfolgte; das Aufwerfen der Wassergarbe war unerheblich, denn je nach der Stärke der Ladung und der Wassertiefe erreichte dieselbe eine Höhe von 0.60—1.80^m.

Infolge dieser Versuche wurde daher die Anwendung von Dynamitladungen im Gewichte von 0.56^{kg}—0.84^{kg} als zulässig gestattet.

Mit diesen stärkeren Ladungen konnten die Sprengarbeiten in ergiebigerer Weise fortgesetzt werden, wobei Vertiefungen im verticalen Sinne gemessen, bis 24^{cm} per Schuss erzielt wurden. Am 25. November kam der 223^{te} und letzte Schuss zur Explosion.

Hierauf fand am 6. December die commissionelle Untersuchung darüber statt, ob die Beseitigung des Schiffahrts-Hindernisses in dem verlangten Umfange zur Thatsache geworden sei, und hatte das Ergebniss, dass an der Stelle des versunkenen Caissons eine grössere als die vorgeschriebene Tiefe constatirt wurde, womit die bewerkstelligte gänzliche Beseitigung des Hindernisses und der glänzende Erfolg der Dynamitsprengungen zur Anerkennung gelangte.

Leider liefen diese Sprengarbeiten nicht ganz ohne Unfall ab, indem ein, in abgesonderter Baracke am Ufer aufgestellter Wärme-Apparat mit 8½^{kg} Dynamit explodirte, wahrscheinlich infolge Unachtsamkeit des mit der Bewachung betrauten Manipulanten, welcher nach der Explosion, etwa 15 Schritte vom Unglücksorte entfernt, in bewusstlosem und schwerverletztem Zustande aufgefunden wurde.

Einige nähere Angaben über die Manipulation bei diesen Sprengarbeiten werden noch Interesse besitzen.

Beim regelmässigen Gang der Sprengungen wurde in 10 Minuten ein Schuss abgefeuert, daher 6 Schüsse in einer Stunde, dabei war die folgende Mannschaft erforderlich:

1 Schiffmann zur Ueberfuhr und zu diversen Hilfeleistungen;

2 Schiffleute zum Bedienen der Haspel und zur Stellung des Sprengschiffes;

2 Mann zum Herablassen und Aufziehen der Leitstange;

1 Mann zum Herrichten der Setzstöcke und Befestigen der Patronen;

1 bis 2 Mann zum Füllen der Sprengbüchsen mit Dynamit, Wärmen desselben u. s. w.

endlich erfolgte die Manipulation der Elektrisir-Maschine stets durch den mit der Leitung der Sprengarbeiten betrauten Genieofficier selbst.

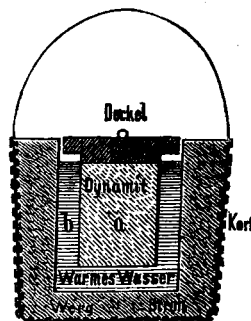
Zu erwähnen ist, dass das k. k. Reichs-Kriegsministerium dem gestellten Ansuchen bereitwilligst nachkam, und den Herrn Geniehauptmann Lauer mit der Leitung dieser Arbeiten betraute, welchem der Herr Genie-Oberlieutenant Urban und einige Geniesoldaten beigegeben waren.

Als Dynamit wurde das im Handel vorkommende von Qualität I verwendet; da dasselbe, wie überhaupt Dynamit bereits bei einer Temperatur von + 80° R. gefriert, und dann wegen seiner Härte nur unter der Gefahr steter Explosionen zur Füllung von Patronen geeignet ist, und während der Vornahme dieser Arbeiten im Monate November fast andauernd eine niedrigere Temperatur herrschte, so musste

das Dynamit mittelst eines Wärme-Apparates aufgethaut und in weichem Zustand erhalten werden.

Die k. k. General-Inspection hat in einer Verordnung vom 12. März 1875, Z. 2168 I die Anwendung von Wärme-Apparaten zum Aufthauen des Dynamites zur Vorschrift gemacht, welcher man sich schon damals bei diesen Sprengungen bediente.

Es ist dies, wie die nebenstehende Skizze zeigt, ein Apparat, welcher aus einem cylindrischen Gefässe von Eisen-



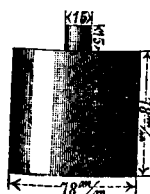
blech mit zwei concentrischen Abtheilungen besteht. In den inneren Raum *a*, welcher mit einem Deckel verschliessbar ist, und einen Durchmesser von 150^{mm} besitzt, wird das gefrorene Dynamit in der Form der in Handel vorkommenden Patronen gebracht. Der äussere Raum *b* enthält warmes Wasser von höchstens 50° R., welches leicht einzufüllen und zu entleeren ist. Das Ganze wird

in einen Korb gestellt, und der Zwischenraum gegen die äussere Cylinderwandung wird mit Werg, Stroh oder anderen schlechten Wärmeleitern ausgefüllt.

Der verwendbare Zustand des Dynamites wird an der teigartigen Weichheit desselben und an der bräunlichen Färbung erkannt, gefrorenes Dynamit ist weiss.

In dem aufgethauten Zustande werden die Patronen ihrer Hülle entblösst, und in einem Locale, welches auf 16° R. temperirt erhalten wird, erfolgt die Füllung der bereits vorbereiteten Sprengbüchsen aus Blech, indem mittelst hölzerner Ladestöcke das Dynamit in dieselben festgestampft wird.

Die Sprengbüchsen für die mittel-starken Ladungen mit 0.56^{kg} Dynamit wurden aus Blechcylindern von 78^{mm}



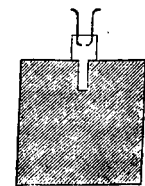
Durchmesser und gleicher Höhe gebildet, welche zur Aufnahme der Zünder, wie die Skizze zeigt, einen ebenfalls cylindrischen Ansatz von 15^{mm} Durchmesser und Höhe erhielten.

Der Zünder besteht aus einer Blechkapsel mit zwei cylindrischen Abtheilungen; die obere passt genau in den kleinen Ansatz der Sprengbüchse, und wird mit einer Mischung von Schwefelantimon und chloresaurem Kali gefüllt; der untere kleine Ansatz hat 18^{mm} Höhe, bei 7^{mm} Durchmesser und enthält

$\frac{3}{10}$ Gramm Knallquecksilber, durch welches das Dynamit zur Explosion gebracht wird.

Diese Kapsel wird beim Einpassen in die im Dynamit der Sprengbüchse durch Eindringen des Ladestockes ausgesparte Höhlung mit Staniol umwickelt, um

eine Explosion des Dynamites infolge auftretender Reibung zu verhüten. In die obere Abtheilung der mit Zündmasse gefüllten Kapsel wird der $\frac{1}{2}$ ^{mm} starke messingene Zünddraht eingeführt, welcher mit einer feinen Laubsäge derart durchsägt ist, dass



dadurch ein Zwischenraum von $\frac{3}{10}$ — $\frac{5}{10}$ ^{mm} gebildet wird, welchen der elektrische Strom überspringen, daher

einen Funken erzeugen, und die Patrone zur Explosion bringen muss.

In etwa 50^{mm} Entfernung, ausserhalb der Kapsel, wird der Zünddraht mit dem 1^{mm} starken kupfernen Leitungsdrahte derart verbunden, dass die beiden Drähte bei ihrem Zusammentreffen mit einem ganz feinen Drahte umspunnen, und durch eine Kautschuckhülle gegen den Einfluss des Wassers geschützt werden. Auch der obere Theil der Zündkapsel ist ganz mit Kautschukpasta verstrichen, um dem Wasser den Zutritt zur Zündmasse unmöglich zu machen.

Der elektrische Strom, der den zündenden Funken erzeugt, wird durch Reibung eines feinen Pelzes gegen eine Scheibe von Hartgummi hervorgerufen und die so erhaltene Reibungs-Elektricität zur Füllung einer Leydener Flasche verwendet, welche in die Drahtleitung eingeschaltet ist.

Wie schon erwähnt wurde, muss das bei + 8° R. gefrierende Dynamit behufs Ladung der Sprengbüchsen aufgethaut werden; dasselbe gefriert nun aber naturgemäss, beim entsprechenden Sinken der äusseren Temperatur, in den Sprengbüchsen zum zweiten Male. Befindet sich das Dynamit in der Sprengbüchse in diesem Zustande, so muss die Zündkapsel anstatt nur $\frac{3}{10}$ Gramm Knallquecksilber ein Gramm enthalten, und ist überdies erforderlich, dass man zwischen Zündkapsel und dem gefrorenen Dynamit eine besondere Zündmasse, aus einem Gemenge von Nitro-Glycerin und Holzmehl bestehend, 30—50^{mm} hoch und 20—30^{mm} im Durchmesser einschaltet.

Diese Zündmasse ist leicht zu beschaffen, versagt aber zu weilen; eine andere, die unbedingt zuverlässig wirkt, deren Bereitung aber vom k. k. Kriegsministerium geheim gehalten wird, besteht aus einer Mischung Nitro-Glycerin und Schiessbaumwolle.

Es ist auch noch zu erwähnen, dass für Sprengungen bei niedriger Temperatur ein stärkerer elektrischer Apparat erforderlich ist, um die Patronen zur Explosion zu bringen. Die Erfahrung zeigte nämlich, dass bei den anfänglichen Sprengungen am Caisson, bei einer äusseren Temperatur von + 10 bis + 15° R. durch einen kleinen von der Firma Mahler & Eschenbacher bezogenen Zündapparat, nach 5—10 Kurbeldrehungen ein kräftiger Funke entstand und dadurch die Explosion hervorgerufen wurde. Sobald sich aber die Temperatur dem Nullpunkte näherte, war es durchaus unmöglich mit diesem Apparat, selbst nach 40 Kurbeldrehungen, einen Funken erzeugen; so dass ein stärkerer, dem k. k. Kriegsministerium gehöriger Apparat in Verwendung genommen werden musste.

Betreffs der Art der Ermittlung über die Wirkung der einzelnen Sprengschüsse ist zu erwähnen, dass jeweilig unmittelbar vor, und nach einer Explosion die Sondirungen in der Richtung der Leitstange, und zwar mit derselben, vorgenommen wurden, wobei sich das nachstehende mittlere Resultat per Sprengschuss zeigte:

Bei Anwendung von Patronen mit	
0·28 ^{ks} Dynamit	30—40 ^{cm}
0·56 ^{ks} "	40—45 ^{cm}
0·84 ^{ks} "	40—45 ^{cm}

Diese in geneigtem Sinne gemessenen Vertiefungen entsprechen einer senkrechten Absprengungstiefe von:

22 ^{cm}	für Dynamitladungen von	0·28 ^{ks}
24 ^{cm}	"	0·56 ^{ks}
24 ^{cm}	"	0·84 ^{ks}

Die detaillirten Angaben über Lage, Anzahl, Stärke und Wirkung der einzelnen vorgenommenen Sprengschüsse sind in dem im Anhange mitgetheilten Schussprotokolle enthalten. Aus demselben ergibt sich, dass für die Absprengung des versunkenen Pfeilerfragmentes auf die vorgeschriebene Tiefe im Ganzen 223 Schüsse abgegeben wurden, wovon

91 Schüsse mit Patronen von 0·28 ^{ks}	= 25·48 ^{ks} Dynamit
114 " " " "	0·56 ^{ks} = 63·84 ^{ks} "
18 " " " "	0·84 ^{ks} = 15·12 ^{ks} "

in Summa 223 Schüsse mit einem Verbrauch von 104·44^{ks} Dynamit

Die Sprengungen beanspruchten die Zeit vom 4. bis 25. November 1873, mithin 22 Kalendertage, von welchen aber wegen 3 Sonntagen und aus Ursache des erwähnten Unglücksfalles, nur 14 Arbeitstage verblieben.

Im Mittel entfallen daher auf

1 Kalendertag	10·1 Sprengschüsse und auf
1 Arbeitstag	16

Der versunkene Caisson besitzt eine Oberfläche von 85·318^m, und das abgesprengte Ausmaass beträgt annähernd 40·0^{km}.

Per 1^m Grundfläche wurden daher aufgewendet:

$$\frac{223}{85·318} = 2·61 \text{ Sprengschüsse mit}$$

$$\frac{104·44}{85·318} = 1·22^{ks} \text{ Dynamit}$$

und waren die Schüsse im linearen Sinne durchschnittlich 0·75^m von einander entfernt.

Per 1^{km} Absprengung entfallen:

$$\frac{223}{40} = 5·5 \text{ Sprengschüsse mit}$$

$$\frac{104·44}{40} = 2·6^{ks} \text{ Dynamit.}$$

Bezüglich der durch diese Sprengarbeiten aufgelaufenen Kosten ist zu bemerken, dass sich der Totalbetrag derselben, mit Einrechnung der Herrichtungskosten des Sprengschiffes und Einstellung einer angemessenen Abnutzungsquote für die verwendeten Apparate und Requisiten, auf 3610 fl. ö. W. beläuft. In diesem Betrage sind sämtliche Auslagen für Remunerationen und Löhne der dabei beschäftigten Personen und Arbeiter, Beschaffung des Dynamites u. a. w., d. h. alle und jede Spesen enthalten.

Da jedoch in dieser genannten Summe auch die beträchtlichen Commissionskosten, und die besonderen, mit dem Unglücksfalle in Zusammenhang stehenden Auslagen, mit zusammen 413 fl. ö. W. eingerechnet sind, so reduciren sich die mit diesen Sprengarbeiten unveränderlich vorhandenen Kosten auf 3197 fl. ö. W., so dass per 1^{km} abgesprengtes Pfeilerfragment die Auslage von $\frac{3197}{40} = 79·93$, oder rund 80 fl. ö. W. entfällt.

Schuss-Protokoll

betrifft Sprengung des versunkenen Caissons bei der Donaubrücke der österreichischen Nordwest-Bahn nächst Wien.
November 1873.

Datum	Wasserstand	Stellung des Schiffes	Reihe der Minen	Nr. der Mine	Nr. des Bolzens	Ladung		Wirkung		
						in Kilogrammen	Dynamitsorte	Sondirungs- tiefe		somit Tiefe der
								vor dem Schusse	nach dem Schusse	
Datum	Wasserstand	Stellung des Schiffes	Reihe der Minen	Nr. der Mine	Nr. des Bolzens	in Kilogrammen	Dynamitsorte	vor dem Schusse	nach dem Schusse	somit Tiefe der
4. November 1873	— 0.34m	I	1	1	4			5.69	7.00	1.31
				2	3			5.69	7.08	1.39
				3	2			5.69	7.22	1.53
				4	1 1/2			5.69	7.33	1.64
				5	1			5.69		
				6				5.69	7.46	1.77
				7				5.69		
				8	5			5.69	7.00	1.31
				9	4			5.69	7.00	1.31
				10	3			5.69	7.08	1.39
				11				5.69	7.08	1.39
				12	2			5.69	7.22	1.53
				13	1 1/2			5.69	7.33	1.64
				14	1			5.69	7.46	1.77
				15	5			6.27	7.00	0.73
				16	4			6.27	7.00	0.73
				17	3			6.27	7.08	0.71
				18	6			6.19	7.08	0.84
				19	5			5.87	6.95	1.08
				20	4			5.61	6.95	1.34
				21	3			5.85	7.03	1.18
				22	2			6.27	7.17	0.90
				23	2			6.80	7.17	0.37
				24	3			6.56	7.03	0.47
				25	4			6.48	6.95	0.47
				26	5			6.48	6.95	0.47
				27	6			6.56	7.03	0.47
				28	2			6.64	7.17	0.53
				29	3			6.53	7.03	0.50
				30	4			6.48	6.95	0.47
				31	5			6.56	6.95	0.39
				32	6			6.64	7.03	0.39
				33	7			6.87	7.17	0.30
				34	8			6.95	7.41	0.46
				35	1			7.02	7.41	0.39
				36	2			6.64	7.17	0.53
				37	3			6.56	7.03	0.47
				38	4			6.48	6.95	0.47
				39	5			6.56	6.95	0.39
				40	6			6.64	7.03	0.39
				41	7			6.87	7.17	0.30
				42	1			6.95	7.41	0.46
				43	2			6.80	7.17	0.37
				44	3			6.64	7.03	0.39
				45	4			6.56	6.95	0.39
				46	5			6.48	6.95	0.47
				47	6			6.64	7.03	0.39
				48	7			6.80	7.17	0.37
				49	1 1/2			6.48	7.28	0.40
				50	2					
				51				6.80	7.17	0.37
				52						
				53						
				54						
				55	4			6.58	6.95	0.37
5. November 1873	— 0.40m	II	2	31	5			6.56	6.95	0.39
				32	6			6.64	7.03	0.39
				33	7			6.87	7.17	0.30
				34	8			6.95	7.41	0.46
				35	1			7.02	7.41	0.39
				36	2			6.64	7.17	0.53
				37	3			6.56	7.03	0.47
				38	4			6.48	6.95	0.47
				39	5			6.56	6.95	0.39
				40	6			6.64	7.03	0.39
				41	7			6.87	7.17	0.30
				42	1			6.95	7.41	0.46
				43	2			6.80	7.17	0.37
				44	3			6.64	7.03	0.39
				45	4			6.56	6.95	0.39
				46	5			6.48	6.95	0.47
				47	6			6.64	7.03	0.39
				48	7			6.80	7.17	0.37
				49	1 1/2			6.48	7.28	0.40
				50	2					
				51				6.80	7.17	0.37
				52						
				53						
				54						
				55	4			6.58	6.95	0.37
6. November 1873	— 0.42m	III	2	100						
				101						
				102						
				103						
				104						
				105						
				106						
				107						
				108						
				109						
				110						
7. November 1873	— 0.43m	II	7	70	4					
				71	5					
				72	6					
				73	7 1/2					
				74	4					
				75	5					
				76	6					
				77	7					
				78	8					
				79	1					
				80	2					
				81	4					
				82	5					
				83	6					
				84	7					
				85						
				86	7 1/2					
				87	8					
				88						
				89						
				90						
				91	1					
				92						
				93						
				94	2					
				95	3					
				96	4					
				97						
				98	5					
				99						
				100						
				101						
				102	6					
				103						
				104						
				105						
				106						
				107						
				108	7 1/2					
				109						
				110	8					
8. November 1873	— 0.45m	III	2	100						
				101						
				102						
				103						
				104						
				105						
				106						
				107						
				108						
				109						
				110						

18. November 1873											17. November 1873											11. November 1873											10. November 1873										
Datum		Wasserstand		Stellung des Schiffes		Reihe der Minen		Nr. der Mine		Nr. des Bolzens		Ladung		Wirkung		Datum		Wasserstand		Stellung des Schiffes		Reihe der Minen		Nr. der Mine		Nr. des Bolzens		Ladung		Wirkung													

Recapitulation:

Es wurden abgegeben

i. d. Stellung	I	Anzahl d. Minen	29 mit zusam.	10·38 ^{kg} Dyn.
"	"	II	" " 66 " "	23·30 ^{kg} "
"	"	III	" " 55 " "	28·84 ^{kg} "
"	"	IV	" " 55 " "	31·64 ^{kg} "
"	"	V	" " 17 " "	9·80 ^{kg} "

Summa 222 Minen mit 104·16^{kg} Dyn.hiezum am 25. November 1 Mine " 0·28^{kg} "223 Minen mit 104·44^{kg} Dyn.

und zwar waren hievon:

18 Minen à 0·84^{kg} = 15·12^{kg} Dynamit114 " à 0·56^{kg} = 63·84^{kg} "91 " à 0·28^{kg} = 25·48^{kg} "Summa 223 Minen m. zusammen 104·44^{kg} Dynamit

Die Grundfläche des abgesprengten Caissons beträgt 85·318^{m²} daher entfällt per 1^{m²} Basis 2·61 Minen und 1·22^{kg} Dynamit.

Das abgesprengte Kubikmaass beträgt annähernd 40·00^{km³} daher entfällt per 1^{km³} 5·5 Minen und 2·6^{kg} Dynamit.

Nach den einzelnen Tagen summirt sich die Leistung:

Sprengung begonnen am

4. November 1873	Leistung	17 Minen
5. "	"	31 "
6. "	"	21 "
7. "	"	19 "
8. "	"	22 "
9. "	Sonntag, wurde nicht gearbeitet	0 "
10. "	"	14 "
11. "	"	8 "
12.-15. "	wegen Explosion d. Wärmapparates	0 "
16. "	Sonntag, wurde nicht gearbeitet	0 "
17. "	"	24 "
18. "	"	19 "
19. "	"	10 "
20. "	"	9 "
21. "	"	19 "
22. "	"	9 "
23. "	Sonntag, und 24. Nov. Revision	0 "
25. "	"	1 "

4.—25. November = 22 Kalendertage, Leistung 223 Minen
per Tag = 10·1 Minen, effective Arbeitstage = 14,
per Arbeitstag = 16 Minen.

Anlage eines neuen Petroleumhafens bei Hamburg.

Mitgetheilt vom Wasserbau-Conducteur v. Horn.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 31—33.)

Bis zur Eröffnung des neuen Petroleumhafens am linken Ufer der Elbe diente der am rechten Ufer belegene Baakenwarder zum Lagern von Petroleum und anderen leicht brennbaren Stoffen, als Harz, Terpentin, Naphtha u. s. w. Die grosse Feuergefährlichkeit wegen der unmittelbaren Nähe der Stadt, namentlich auch die unvollkommenen Löscheinrichtungen — grössere Seeschiffe konnten nicht in den sogenannten Baakenhafen legen, sondern mussten weiter unterhalb auf dem freien Strom ankern und in kleinere Fahrzeuge löschen — liessen ein Aufblühen dieses Handelszweiges wegen der bei den alten Einrichtungen entstehenden grossen Kosten nicht aufkommen. Angesichts des colossalen Aufschwungs des Petroleumhandels war es dringend geboten, wenn nicht Hamburg gegen andere Einfuhrplätze vollständig unterliegen wollte, umfassendere und zeitgemässe Vorrichtungen am Platze zu treffen. Noch zu Lebzeiten des verstorbenen Wasserbau-Directors Dalman wurden auf dessen wiederholt gestellte Anträge hin Verhandlungen wegen der Anlage eines grösseren Petroleumhafens eingeleitet, welche im Jahre 1876 zum Abschlusse gelangten.

Da dieser Hafen der erste in Deutschland, welcher speciell für den vorliegenden Zweck erbaut worden ist, — die für den Petroleumhandel in Bremerhafen und Stettin getroffenen Einrichtungen tragen wohl mehr einen provisorischen Charakter und dienen nur zur Aushilfe — so glaube ich wohl, dass einige Mittheilungen darüber nicht ohne Interesse sein werden.

Für die Wahl des Bauplatzes war in technischer Beziehung maassgebend, dass der Hafen einestheils wegen der grossen Feuergefährlichkeit weit genug von der Stadt und von den Liegeplätzen der Seeschiffe etc. liege, anderentheils

zugleich aber auch für tief beladene Seeschiffe jederzeit erreichbar sei. Nach Ausweis des Situationsplanes konnte nur das Terrain zwischen der Hamburg-Harburger Chaussée und dem kleinen Grasbrook am linken Ufer der Elbe in Frage kommen, da weiter oberhalb der Chaussée die Elbe nicht die nothwendige Fahrtiefe besitzt — also durch kostspielige Baggerungen erst das Fahrwasser hätte hergestellt werden müssen, — und ausserdem der grössere Theil des dort belegenen Holzhafens der neuen Hafenanlage zum Opfer gefallen wäre.

Bevor ich auf die Ausführung der verschiedenen Arbeiten im Einzelnen übergehe, soweit solche ein allgemeines Interesse darbieten, ist es nothwendig, einige Mittheilungen über die ganze Anlage vorzuschicken.

Die Hafenanlage besteht aus dem eigentlichen Hafenbassin zur Aufnahme der Seeschiffe und sonstigen Fahrzeuge, sowie aus dem Vorhafen, welcher den Hafen mit der Elbe in Verbindung bringt. Dieser Vorhafen dient einestheils zum bequemen Ein- und Ausholen der Schiffe, sowie anderentheils zum sicheren Abschluss des Hafens gegen den freien Elbestrom. Das Hafenbassin hat eine Länge von 331·50^m, eine Breite von 101·15^m; beides gemessen von Spundwand zu Spundwand. Der Hafen ist an den drei disponiblen Seiten, also an der Ost-, West- und Südseite eingefasst von den theilweise mit Schuppen bebauten Lagerflächen, welche letztere wiederum durch die Ladegeleise resp. durch die Petroleumhafen-Bahn mit der Cöln-Mindener Eisenbahn verbunden sind. Es liegen demnach die Schuppen resp. die Lagerflächen direct am tiefen Wasser und haben dieselben auch die nothwendige Eisenbahnverbindung in ausreichendem Maasse.

Von vornherein war es Absicht des Hamburg'schen Staats, den Hafen ganz oder theilweise an Private zu verpachten gegen einen durch die Höhe der Anlagekosten bedingten Pachtzins. Zur wirksamen Begegnung der Concurrenz mit anderen Einfuhrhäfen und zur Hebung des Handels in Petroleum hier am Platz war es demnach von grösster Wichtigkeit, die Anlagekosten und also auch den Pachtzins so niedrig wie nur möglich zu halten. Aus diesem Grunde sah man von den kostspieligen Quaimauern zur Einfassung des Hafens gänzlich ab und setzte an deren Stelle $1\frac{1}{2}$ füssige resp. 2füssige Erdböschungen mit hölzerner Uferbefestigung, welche ausserdem für den vorliegenden Zweck auch schon vollständig ausreichend waren; zur Vermeidung der tiefen Fundirungen eines Dockhafens wurde ein Tidehafen gewählt, welcher zugleich zur besseren Begegnung der localen Verhältnisse bei jedem Wasserstande und zu jeder Zeit den ungehinderten Verkehr zwischen Hafen und Strom zulässt. Die Schiffe liegen vertaut an Duo d'Alben, welche in $6\cdot50^m$ Entfernung von der Spundwand stehen. Zwischen dem Hafen und dem Vorhafen liegt die im Lichten $60\cdot40^m$ weite massive Einfahrt, welche durch drei schmiedeeiserne Pontons in der ganzen Weite abgeschlossen wird.

Die für die Lagerplätze vorgesehenen Flächen sind entsprechend tiefer disponirt, durch Querdämme von einander, sowie durch Umfassungsdämme von dem umliegenden Terrain getrennt. Erfahrungsmässig gewähren genügend hohe und breite Erddämme aus thonhaltiger Erde einen sehr wirksamen Schutz gegen Petroleumbrände, indem solche ohne wesentliche Formveränderung intact bleiben, keine Risse bekommen und glashart werden. Es ist daher auch anzunehmen, dass bei einem entstehenden Brande das brennende Petroleum auf den eingedämmten Flächen sich verzehren und weiteren Schaden nicht anrichten wird.

Zum Verständniss der im Folgenden vorkommenden Höhenzahlen sei vorausgeschickt, dass bei Hamburg:

Mittleres Niedrigwasser	= $+3\cdot30^m$	} über Neu- Hamburger Null
Mittleres Hochwasser	= $+5\cdot15^m$	
Höchster bekannter Wasserstand	= $+8\cdot74^m$	
Niedrigster bekannter Wasserstand	= $+1\cdot64^m$	

Das zur Hafenanlage bestimmte Terrain lag ungefähr zur Hälfte auf $+9\cdot20^m$ und auf $+5\cdot00^m$; durchschnittlich auf $+4\cdot00^m$ zeigte sich der reine, feine Elbsand. Die Aushebung des Hafenbassins und des Vorhafens, der Abtrag der Höhen, die Anlage und Entwicklung der verschiedenen Arbeitsgeleise bot keine Schwierigkeiten, da auch die Ablagerungsflächen sehr günstig lagen. Um die hölzerne Uferbefestigung, deren Oberkante auf $+4\cdot10^m$ liegt, vollständig im Trocknen ausführen zu können, musste diese Arbeit zur rechten Zeit begonnen und darauf bei Beginn der Erdarbeiten Rücksicht genommen werden. Die Art der Aushebung war dadurch wesentlich vorgeschrieben und war es nothwendig, möglichst rasch eine grössere Strecke längs einer Hafenseite bis auf die Tiefe von $+3\cdot75^m$ zur Aufstellung der Rammen vorzurichten, im weiteren Verlauf die Aushebungs-Arbeiten aber so zu disponiren, dass die Rammarbeiten ohne Unterbrechung vorwärts gehen konnten.

Die Aushebung selbst ist in der Weise geschehen, dass zwischen dem Vorhafen und dem eigentlichen Hafen ein Damm — welcher später zum definitiven Abschluss verwendet wurde — in $+9\cdot20^m$ Höhe und der erforderlichen Stärke solange als Schutz bestehen blieb, bis die Aushebung des Hafens bis $+2\cdot30^m$ resp. tiefer, des Vorhafens bis $+2\cdot86^m$, die Vertheilung des Materials, sowie die Schüttung eines anderweitigen Schutzdeichs, welcher zugleich später als äusserste Begrenzung der östlichen und westlichen Lagerflächen dienen sollte, vollendet war. Dieser zweite Schutzdeich war nothwendig, weil mit der Aushebungserde nur ungefähr die Hälfte der Lagerflächen angehört werden konnte, also ein weiterer Schutz der Binnenländereien gegen Hochfluthen nach dem Durchstich des ersten Schutzdeichs geschaffen werden musste. Die Tiefe von $+2\cdot30^m$ für das Hafenbassin war vorgeschrieben, damit nach erfolgtem Durchstich ein grösserer Dampfbagger auch bei Niedrigwasser ohne zeitweise Einstellung der Arbeit, also fortwährend arbeiten konnte. Wegen des zu erwartenden Wasserzudranges war es nicht thunlich, eine grössere Tiefe als $+2\cdot30^m$ vorzuschreiben; vielmehr sollte eine eventuelle Tieferaushebung einem Separat-Abkommen überlassen bleiben, so dass die Baubehörde die Entscheidung über Ausbaggerung oder Abgrabung in Händen behielt.

Im Herbst 1876 wurde mit den Erdarbeiten und im Frühjahr 1877, sobald die Witterungsverhältnisse es gestatteten, mit den Zimmerarbeiten zur Herstellung der Uferbefestigung begonnen. Die Aushebung des Hafenbassins konnte durchschnittlich bis $+4\cdot00^m$ im Trocknen geschehen; bei Tiefergrabung wurde die Anlage eines Schöpfwerkes erforderlich, welches je nach dem Fortgang der Arbeiten mit ein, zwei und schliesslich mit drei Centrifugal-Pumpen ausgerüstet und an der Binnenseite des ersten Schutzdeichs aufgestellt war. Das Schöpfwasser wurde durch diesen Deich in den Vorhafen abgeführt. Mit diesen drei Pumpen konnte der Wasserstand gegen das Ende der Arbeiten bis auf $+3\cdot00^m$ gehalten werden; in den günstigen Sommermonaten war es sogar möglich, die Aushebung bis auf $+1\cdot40^m$ zu beschaffen.

Die Erdarbeiten wurden von der hiesigen Bauunternehmung Schmidt & Bichel zur Zufriedenheit ausgeführt. Da die Herstellung der Uferbefestigung mit den Aushebungsarbeiten Hand in Hand gehen musste, so übernahm dieselbe auch diese Arbeiten, um in ihren Dispositionen nicht von einem andern Uebernehmer beeinflusst zu werden. Sämmtliche Erd- und Zimmerarbeiten waren bis zum Frühjahr 1878 fertig gestellt.

Die $1\frac{1}{2}$ füssigen Böschungen des Hafenbassins, sowie auch die 2füssigen Böschungen des Vorhafens erhielten ausser einer $0\cdot55^m$ starken Schicht fetter Erde bis $+5\cdot50^m$ eine $0\cdot30^m$ starke Bedeckung mit Schotter und bis $+9\cdot20^m$ eine Berasung (siehe Figur 6). Im Frühjahr 1878 wurde der Schutzdamm in der Einfahrt durchstochen, die Ausbaggerung des Hafens in Angriff genommen, sowie im Verlauf dieses Jahres die massive Einfahrt erbaut. Im Jahre 1879 wurden die Geleisanlagen, die Schuppen und Ladebrücken, sowie die Eisenbahndämme beendet, so dass zu Anfang des Jahres 1880 die Eröffnung der Hafenanlage erfolgen konnte.

Bei der Herstellung der hölzernen Uferbefestigung traf man wider Erwarten auf grosse Schwierigkeiten, so dass es nicht ohne Interesse sein wird, die dabei angestellten Versuche und Beobachtungen zwecks weiterer Verbreitung specieller mitzutheilen.

Die Uferbefestigung, deren Construction aus Blatt 32, Fig 1 zu ersehen ist, hat den Zweck, die angrenzenden hohen Erdböschungen gegen den Hafen abzustützen. Abweichend von den sonst üblichen hölzernen Uferbefestigungen, ist diese ohne jegliche Hinterankerung ausgeführt, daher auch die einzelnen Theile dieser Construction ungemein kräftig gehalten sind. Eine Abstützung der Vorsetze durch Hinterankerung wäre bei den localen Verhältnissen nicht praktisch gewesen, da die nach Verlauf einer gewissen Zeit nothwendigen Reparaturen mit umfassenden und kostspieligen Erdarbeiten, zugleich mit stellenweiser Unterbrechung des Betriebs, verbunden gewesen wären. Die in vorstehender Construction angewandten starken Hölzer, sowie die in günstiger Neigung eingerammten Schrägpfähle schliessen ein Ueberbiegen vollständig aus, wie denn bis jetzt in der That auch noch nicht die geringste Bewegung beobachtet worden ist. Die Oberkante ist auf $+4.10^m$ gelegt, also 0.80^m über Mittel-Niedrigwasser. Eine tiefere Anordnung war nicht rathsam, da die Ausführung im Trockenen Bedingung war und eine grössere Senkung des Wasserspiegels zu grosse Kosten verursacht hätte. Wenn man bei hiesigen Wasserbauten im Allgemeinen nicht höher als $+3.60^m$ bis $+3.70^m$ fundirt, so wird das Ueberschreiten dieser Grenze bei der Anordnung der einzelnen Constructionstheile in keiner Weise die Sicherheit gefährden. Zugleich lässt sich bei einer späteren etwaigen Erbauung einer Quaimauer an Stelle der Böschungen die jetzige Uferbefestigung sehr gut verwenden.

Zur Ausführung der Rammungen waren Kunstrammen mit einem Gewicht des Bären von höchstens 18 Centner vorgeschrieben bei einer Fallhöhe von nicht über 6^m . Von der Bauunternehmung wurden dementsprechend zunächst mehrere Kunstrammen mit Ketten ohne Ende aufgestellt, welche auch die Rundpfähle ohne weitere Schwierigkeiten einschlugen. Später bei Herstellung der Spundwand wurden noch zwei Nasmyth'sche Rammen aufgestellt, über deren Wirkung später das Nähere mitgetheilt werden soll.

Ueber die Art der Ausführung sei Folgendes erwähnt: Zunächst wurden die einfachen Schrägpfähle und alsdann die Doppelpfähle eingerammt oder auch umgekehrt zuerst die letzteren, je nachdem das Rammplateau hafenseitig oder landseitig disponirt war, darauf die Doppelpfähle fest durch Ring und Keil verbunden, das Gurtholz angebracht, an diesem die Spundwand hinuntergerammt und schliesslich die Schraubenbolzen hindurchgezogen. Das Zusammenziehen der Doppelpfähle geschah durch starke Winden, nachdem die Anliegeflächen sorgfältig bearbeitet und die Keillöcher ausgestemmt waren. Der heiss aufgebrachte schmiedeeiserne Ring — dessen Form bei jedem Doppelpfahl genau nach Maass hergerichtet wurde — zog die Köpfe nach dem Erkalten noch fester zusammen. Trotzdem bei manchen Doppelpfählen das Zusammenziehen einige Schwierigkeiten verursachte, weil die Köpfe weit voneinander

gerammt waren, so ist dennoch kein einziger Ring gebrochen.

Für die auf $+9.20^m$ belegenen Hafenstrecken wären zur Herstellung des landseitigen Rammplateaus, welches letztere für das Schlagen der Schrägpfähle mit den gewöhnlichen Schrägrammen nothwendig war, grosse Erdarbeiten zu bewältigen gewesen, indem die hohen Böschungen in der Breite des Plateaus hätten abgegraben und später wieder angeschüttet werden müssen. Um dieses zu umgehen, liess die Bauunternehmung versuchsweise zum Schlagen der Schrägpfähle eine sogenannte Ueberfallramme (siehe Blatt 33, Fig. 8) mit 4 Pferdekräften bauen, welche beim Misslingen des Versuchs auch zu einer Geradramme umgeändert werden konnte. Für den Fall, dass diese Ramme den Zweck erfüllte, stand einer Aufstellung auf einem hafenseitigen Plateau Nichts mehr im Wege. Der Versuch gelang vollkommen; die Ramme arbeitete mindestens ebensogut wie die anderen, war vielmehr gerade für diesen speciellen Fall noch insofern von besonderem Vortheil, indem dieselbe den Schrägpfahl gegen den Geradpfahl treibt, während die gewöhnliche Schrägramme die Tendenz hat, den Schrägpfahl von dem Geradpfahl wegzuschlagen. Diese Wirkung wurde nun auch für die Folge insofern ausgenutzt, als man den Kopf des Schrägpfahls, sobald noch $1.5-1.0^m$ an der vorgeschriebenen Tiefe fehlten, roh abarbeitete, so dass nach geschehener Einrammung der Schrägpfahl bereits mehr oder weniger anlag. Nachher hatte man nur noch nöthig, denselben glatt abzugleichen und mit der Winde etwas anzuziehen, um ein vollständiges Anliegen zu erzielen.

Für die Spundwand waren 190^m starke Spundbohlen vorgeschrieben. Gleich zu Anfang stellte es sich heraus, dass eine Spundbohle wegen des geringeren Widerstandes gegen seitliche Vibrationen nicht so rasch und sicher, stellenweise überhaupt nicht bis zur verlangten Tiefe einzutreiben war, während das Einrammen zweier durch mehrere Heckenägel verbundenen Spundbohlen ungleich bessere Resultate erzielte. Obgleich der Boden reiner Elbesand war und auch Hindernisse irgend welcher Art nicht vorhanden waren, so ergab dennoch das Weiterarbeiten mit den Kunstrammen, sowohl für die Baubehörde wie auch für die Bauunternehmung, nicht die gewünschten Erfolge, namentlich nicht insofern, als bei dem geringen, fast unmerklichen Ziehen der Bohlen die Arbeit nur sehr geringe Fortschritte machte. Auch der grosse Vortheil der geringen Hubhöhen zur Erzielung rasch aufeinanderfolgender Schläge, ferner Wasserspülung und Aufbringen eiserner Pfahlschuhe, sodann das Weglassen der Spundung zur Verminderung der Reibung, förderten keineswegs die Arbeit. Da ausserdem noch oft die Bohlen stauchten und auch eine stellenweise Hinterrammung nicht immer die nothwendige Dichtung der Wand herbeiführte, so stellte die Bauunternehmung an die Baubehörde ein Ansuchen zur Anstellung von Versuchen mit Nasmyth'schen Rammen, welchem in Hinblick auf die Sachlage auch gerne entsprochen wurde.

Die früher beim Bau der Elbebrücken bei Hamburg und Harburg verwendeten Nasmyth'schen Rammen wurden Seitens der Cöln-Mindener Eisenbahn-Gesellschaft der Bauunternehmung zur Verfügung gestellt. Die 190^m gekuppelten

Spundbohlen konnten die starken Schläge nicht aushalten und stauchten fast sämmtlich; man musste daher, um den Versuch zu Ende zu führen, nothgedrungen zu stärkeren Hölzern greifen. Gekuppelte, 260^{mm} starke ungespundete Pfähle — einfache Pfähle dieser Stärke stauchten ebenfalls — hielten den Versuch aus und liessen sich auch in kürzerer Zeit bis zur vorgeschriebenen Tiefe einschlagen. Eine Strecke von circa 2·5^m in solcher Weise hergestellt, genügte den Anforderungen an eine gute Spundwand, so dass auf Grund dieses Resultats mit der Bauunternehmung ein Abkommen dahin getroffen wurde, den Rest der Spundwand mit 260^{mm} starken Pfählen auszuschlagen. Versuche, gekuppelte 268^{mm} Pfähle mit den Kunstrammen einzutreiben, führten zu keinem Resultat; der 18 Centner schwere Bär tanzte förmlich auf den Pfahlköpfen, ohne eine nennenswerthe Wirkung hervorzurufen.

Wenn auch bei dem die Entscheidung herbeiführenden Versuche schon die Wahrnehmung gemacht wurde, dass die letzteren Pfähle schlechter zogen als die ersteren, so glaubte man, dieses auf eine locale Beschaffenheit des Untergrundes zurückführen zu dürfen. Das weitere Arbeiten mit den Nasmyth'schen Rammen ergab nun das überraschende Resultat, dass die damit hergestellte Spundwand wesentlich schlechter ausfiel als früher mit den Kunstrammen. Das Einschlagen der Pfähle wurde immer schwieriger und zuletzt ganz unmöglich, so dass man sich genöthigt sah, an einer anderen Stelle von Neuem zu beginnen. Während nun bei dem fortgesetzten Versuche die ersteren Pfähle sich rasch und gut eintreiben liessen, stellte sich beim Weiterrammen wiederum heraus, dass das Einschlagen schwieriger sich gestaltete, bis zuletzt bei einer fertigen Strecke von 2·5—3·0^m ein Weiterarbeiten unmöglich wurde, indem die Pfähle stauchten und die Köpfe in Brand geriethen. Ein weiterer Versuch ergab dasselbe Resultat und zugleich stellte es sich zur Evidenz heraus, dass überhaupt die Nasmyth'sche Ramme in dem vorliegenden Falle unbrauchbar war. Um nur etwas Brauchbares zu erlangen, liess man diese beiden Rammen zufolge der beistehenden Skizze (Fig. 1) streckenweise arbeiten; die in der Spundwand auf diese Weise entstandenen Lücken wurden später mit den Kunstrammen ausgefüllt.

Fig. 1.

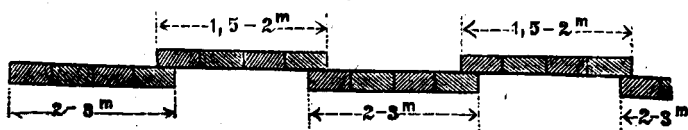


Fig. 2.



Fig. 3.



Anderweitige Versuche, nach Angabe der vorstehenden Skizzen (Fig. 2 und 3) eine einigermaassen dichte Wand zu erzielen, mussten ebenfalls aufgegeben werden.

Die vielfach angestellten Versuche ergaben demnach Folgendes:

Für Rammgrund aus feinem Triebssande, wie solcher sich in der Elbe bei Hamburg vorfindet, sowie für die vorgeschriebene Tiefe bis zu $\div 3\cdot44$, also bei der Durchrammung einer circa 7·5^m starken Sandschichte, sind ohne Frage gute Kunstrammen den Nasmyth'schen Rammen bei Weitem vorzuziehen, ganz abgesehen von dem Mehrverbrauch an Holz bei letzteren. Der grosse Widerstand, welchen solcher Untergrund dem Eindringen entgegenstellt, ist wohl zum grösseren Theil der enormen Saugfähigkeit des Sandes zuzuschreiben, da letzterer nicht comprimierbar ist. Je mehr der einzuschlagende Pfahl in fortwährender Bewegung sich befindet, desto eher wird naturgemäss diese Wirkung des feinen Sandes überwunden, so dass gerade deshalb die Nasmyth'schen Rammen hätten ein günstiges Resultat liefern sollen. Mögen diese Mittheilungen in analogen Fällen von Nutzen sein für den Techniker sowohl wie auch für den Bauunternehmer!

Im Ganzen sind 730^m Ufereinfassung mit 4 Kunstrammen und 2 Nasmyth'schen Rammen hergestellt; die Südseite des Hafens ist wegen eventueller Vergrösserung in Böschungen gehalten. Bezahlt wurden pro laufenden Meter 300 Mark, eingerechnet die Extravergütung für die stärkeren Hölzer. Trotz der grossen Schwierigkeiten ist die Spundwand so dicht ausgefallen, dass bis jetzt irgend welche Einsenkungen der Hafen-Böschungen noch nicht bemerkt worden sind.

Nach Fertigstellung der Ufereinfassung wurde im Frühjahr 1878 ein grosser Dampfbagger in den Hafen gelegt, welcher bei einer täglichen Leistung von 900—1000^{cbm} die Austiefung bis $\div 2\cdot30$ ^m bewerkstelligte. Das Baggerprofil (siehe Blatt 32, Fig. 5.) war dadurch bestimmt, dass die Duc d'Alben in 6·50^m Entfernung von der Spundwand stehen, also auch hier erst die Tiefe von $\div 2\cdot30$ ^m zu beginnen brauchte. Es hat sich die Hafensohle in Folge dessen in der Weise gegen die Ufereinfassung hinaufgeböscht, dass direct vor der Spundwand das Terrain durchschnittlich auf $+ 1\cdot40$ ^m liegt.

Eine weitere, in technischer Beziehung wegen der Neuheit der Sache nicht so leicht zu lösende Aufgabe war der feuersichere Abschluss des Hafens gegen die Elbe. Die lichte Weite der Einfahrt war auf 60·40^m festgesetzt und galt es, dieselbe derartig abzuschliessen, dass sowohl eine möglichst grosse Sicherheit gegen das Ausfliessen des brennenden Petroleums, wie auch gegen ein Durchbrennen der Sperr-Vorrichtungen geschaffen würde. Man entschloss sich zuletzt dahin, die Einfahrt durch 3 feuersichere Pontons abzuschliessen, von diesen lässt sich der mittlere Ponton zwecks Durchholen der Schiffe zurückziehen (siehe Blatt 32, Fig. 2). Die beiden Endpontons liegen fest und erhalten ihre verticale Führung einerseits durch die in den massiven Abschlussmauern der Einfahrt vorgesehenen Nischen, andererseits durch starke, eingerammte eiserne Pfähle. Sämmtliche Pontons haben an den dem Hafen zugekehrten Längsseiten und auch an allen Querseiten als Schutz gegen das Durchbrennen der Seitenwände starke Panzer aus feuerfesten Chamottsteinen, sowie auf Deck eine Rollschicht in Cement versetzter, hart gebrannter Klinker erhalten (siehe Fig. 3). Die Querspannten, durch Fig. 3 veranschaulicht, stehen in 0·50^m Entfernung von einander.

Um ferner das Durchfliessen des brennenden Petroleums in die Elbe auf ein Minimum zu beschränken, ist die Vorrichtung getroffen, dass stets unter Wasser liegende, schwere 25^m starke Schleppketten *S, S*, (siehe Fig. 2) sowohl die Endpontons gegen die Mauern als auch das mittlere Ponton gegen erstere zu ziehen bestrebt sind. So lange indessen die Pontons functioniren, verhindern starke aufgebrauchte Führungshölzer *E, E*, dass die Pontons sich hart gegen die Mauern legen, um den zum Auf- und Abbewegen bei steigendem und fallendem Wasser nothwendigen Spielraum zu erhalten. Bei eintretendem Feuer verbrennen diese Hölzer und ist alsdann ein dichter Verschluss zwischen Mauer und Ponton durch die Schleppketten hergestellt. Die Schleppketten, welche das mittlere Ponton gegen die beiden anderen Pontons ziehen, sind so angeordnet und bemessen, dass dieselben bei geöffneter wie auch bei geschlossener Durchfahrt stets in Function verbleiben. Auch die Windenketten zum Verholen des Mittelpontons und die Führungsketten an den eisernen Pfählen sind unter Wasser angebracht, so dass die Pontons ihre Lage nicht verändern können, wenn sonst die Panzer den Dienst nicht versagen. Die eisernen Führungspfähle stehen um 3·50^m von dem directen Angriff des Feuers zurück, sind also auch gesichert.

Vorstehend kurz beschriebene Vorkehrungen werden aller Wahrscheinlichkeit nach genügen, einem grösseren Petroleumbrande längere Zeit erfolgreich zu widerstehen. Da Erfahrungen in dieser Beziehung nicht zur Seite standen, wie sich derartige Feuermassen verhalten und welche Wirkungen dieselben ausüben, so kann auch wiederum nicht mit Bestimmtheit behauptet werden, dass der Zweck vollständig erreicht ist.

Bewegliche eiserne Treppen, welche ihr festes Auflager auf den massiven Abschlussmauern erhalten haben, vermitteln den Verkehr zwischen Land und Wasser. Ueber die Construction derselben ist zu erwähnen, dass die Stufen auf drehbaren Achsen ruhen, dass also bei jedem Wasserstande die Auftritte horizontal liegen, während nur die Steigungen sich ändern, und zwar letztere bei steigendem Wasser kleiner und bei fallendem Wasser grösser werden.

Die massiven Mauern der Einfahrt und die anstossenden Flügelmauern zur Einfassung der Böschungen der anstossenden Erddämme (siehe Blatt 32, Fig. 4) sind auf Béton mit eingerammten Rundpfählen und umschliessenden Spundwänden fundirt. Einige Schwierigkeiten bei den Fundirungsarbeiten verursachten nur die Nischen für die Führung der Pontons, indem diese in Rücksicht auf den niedrigsten bekannten Wasserstand und auf den Tiefgang der Pontons bis + 1·14^m genau die vorgeschriebenen Dimensionen und eine verticale Richtung erhalten mussten. Benützt wurden ausschliesslich gute Kunstrammen, welche zwar langsam aber gut die Rammungen ausführten. Die Mauern sind in Cementmörtel mit Klinkerverblendung und Graniteinfassung hergestellt.

Um einen Ueberblick über die ganze Hafenanlage zu verschaffen, erübrigt es schliesslich nur noch, eine kurze Beschreibung der Schuppenbauten und der Lös- und Ladevorrichtungen folgen zu lassen.

Vorläufig sind erst die Ost- und Südseite, sowie ein Theil der Westseite bis zur Linie *FG* verpachtet (siehe Situation

Blatt 31). Die Disponirung der Lagerflächen an der Ostseite wird veranschaulicht durch Fig. 5, Blatt 33. Es sind demnach die Ladegleise, welche durch die circa 3^m lange Petroleumhafenbahn mit der Cöln-Mindener Eisenbahn verbunden sind, nicht — wie sonst üblich — hinter, sondern vielmehr vor den Schuppen angeordnet und zwar aus dem Grunde, um directe Verladungen aus dem Schiff in die Eisenbahnwaggons ohne Berührung der Schuppen zu ermöglichen. Die resp. 19·80^m und 21·30^m breiten Flächen zu beiden Seiten der Ladegleise waren erforderlich, um genügend Raum für die Arbeitsplätze zum Nachsehen der Fastagen und zum vorübergehenden Lagern von grösseren Massen Petroleum zu gewinnen. Diese Arbeitsplätze sind mit einer 75^{mm} starken Schicht Steinkohlenschlacken bedeckt, so dass auf diese Weise die nothwendige feste Unterlage zum Rollen der Fässer etc. gebildet ist, welche den Einflüssen der Witterung widersteht und härter und härter wird. Vorläufig ist nur die Ostseite und auch diese erst zum grösseren Theil mit Schuppen bebaut, welche letztere einen Flächenraum von 17.250^qm einnehmen und zum gleichzeitigen Lagern von 145.000 Fäss Petroleum dienen können. Dieselben sind — wie schon zu Anfang gesagt — mit Erddämmen umgeben.

Es war schon vor Inangriffnahme der Arbeiten die Bestimmung getroffen, unter gewissen Bedingungen den Bau der Schuppen und der Lös- und Ladevorrichtungen, sowie auch den ganzen Betrieb an Private zu übergeben. Die Lagerschuppen (siehe Blatt 33, Fig. 5 und 7) sind aus Holz hergestellt und tragen mehr einen provisorischen Charakter aus Rücksicht auf die an eine gewisse Reihe von Jahren gebundene beschränkte Pachtzeit. Da das durch Leckage der Fässer ausfliessende Petroleum erst dann aufgefangen werden kann, wenn solches bis auf die wasserführenden Erdschichten hinuntergedrungen ist, so hat der Pächter bei dem circa 3·5^m unter Schuppenplateau liegenden Grundwasser wegen der in diesem Falle kostspieligen Arbeiten zur Herstellung der Drainage auf die Wiedereinbringung des durch Leckage verursachten Verlustes keinerlei Rücksicht genommen. Die Fässer lagern in Etagen auf dem rohen mit spanischem Rohr belegten Erdboden. Die Erfahrung hat gezeigt, dass die Leckage desto geringer, je weniger Zwischenraum zwischen den einzelnen Fassreihen, je weniger Temperaturveränderungen also die Fässer zu erleiden haben; es liegen daher die Fässer auch unmittelbar auf- und nebeneinander (siehe Fig. 7). Die Dachflächen, wie auch die Aussenseite der Umfassungswände sind zur Verminderung der Hitze in den Schuppen weiss angestrichen und haftet dieser Kalkanstrich der grösseren Haltbarkeit wegen auf den mit Dachpappe bedeckten, zweimal getheerten und alsdann mit Sand beworfenen Flächen. Die Dächer und Seitenwände sind mit einer doppelten Verschalung versehen; der durch die äussere und innere Verschalung gebildete hohle Raum ist leer gelassen, um das Faulen des Holzes durch Einschaltung eines schlechten Wärmeleiters nicht noch zu beschleunigen. Zur Abführung der Ausdünstungen sind in den Dächern kleine Luftschachte angeordnet; im Uebrigen wird streng darauf gesehen, dass so wenig Zug wie möglich in den Schuppen selbst während

der Arbeitszeit entsteht. Durch Transportbrücken (Fig. 5 und 7) werden die einzelnen Abtheilungen in den Schuppen zugänglich gemacht.

Das Löschen der Seeschiffe ist Sache der Schiffsmannschaft, daher auch die Vorrichtungen zum Löschen sehr primitiver Natur. Die Fässer werden vermittelt der Schiffswinde direct auf die Ladebrücken gehoben (Bl. 33, Fig. 6). Dieselben Brücken dienen auch zum Laden der Schiffe, indem die Fässer bis vor Kopf der Brücke gerollt, alsdann angeschlagen und durch eine am Ufer oder auf der Brücke stehende Winde in die Fahrzeuge hinabgelassen werden. Die an Land gerollten Fässer werden sofort von Küpern nachgesehen und je nach der Bestimmung entweder über die Ladegeleise hinweg auf kleinere Brücken in die Schuppen oder in die Eisenbahnwaggons befördert. Die festen Ladebrücken reichen wegen des wechselnden Wasserstandes nur bis an die Duc d'Alben. Eine Streichleiter, welche vom Kopf der Brücke bis zu einer an der Schiffslücke aufgestellten verstellbaren Vorrichtung reicht, ermöglicht es, dass die Fässer vermittelt dieser auf die festen Brücken und an's feste Ufer rollen.

Die Südseite ist mit einem kleineren Schuppen zum Lagern von Harz, Terpentin etc. bebaut; der verpachtete Theil der Westseite dient ausschliesslich zum Lagern von grösseren Massen Harz. Auch die Westseite ist mit Ladegeleisen versehen und ebenfalls durch Verbindungsgeleise mit der Petroleumhafen-Bahn verbunden. Die Ladegeleise sind hier in anderer Weise disponirt und liegen bedeutend weiter von dem Hafen zurück als an der Ostseite, um solche für die später in Aussicht genommene Verpachtung der noch weiter westlich liegenden Flächen ebenfalls benützen zu können.

An dem Anschlusspunkt der Petroleumhafen-Bahn an die Cöln-Mindener Eisenbahn ist ein kleiner Bahnhof angelegt, so dass schon hier für die nach verschiedenen Richtungen abgehenden Waaren die nothwendigen Rangirungen vorgenommen werden können.

Sämmtliche hier einlaufende und mit feuergefährlichen Stoffen beladene Schiffe müssen in den neuen Hafen legen und hier löschen, auch wenn solche nicht für Rechnung des Pächters des Hafens gehen. Seitens des Hamburger Staates ist für solche Fälle die Bestimmung getroffen, dass

alsdann eine gewisse Prämie pro Fass an den Pächter gezahlt werden muss, wofür Letzterer das Löschen und Lagern übernimmt.

Die Frequenz nimmt stetig zu. Während der Gesamtumsatz an Petroleum im Jahre 1880, also im ersten Jahre der Eröffnung 467.347 Fass betrug, bei einem Import von 525.966 Fass, sind bereits im Jahre 1881 bis zum 1. October 480.000 Fass versandt, so dass die Zufuhr in diesem Jahre circa 680.000 Fass betragen wird, ungerechnet den Umsatz an anderen feuergefährlichen Waaren.

Der Hafen gewährt 11 Seeschiffen feste Liegeplätze an den Böschungen. Für solche Seeschiffe, welche ausschliesslich oder doch theilweise direct in kleinere Fahrzeuge überladen, ist in der Mitte des Hafens noch eine Duc d'Alben-Reihe geschlagen mit noch weiteren Liegeplätzen für 4 Seeschiffe, so dass also im Ganzen 15 grosse Seeschiffe gleichzeitig Platz finden. Dadurch, dass die Schiffe auch nebeneinander, also in 2 Reihen vor den Brücken im Nothfall liegen können, ist die Möglichkeit geschaffen, noch eine grössere Anzahl aufzunehmen. Die grösste Anzahl der gleichzeitig löschenden Seeschiffe war bis jetzt 17, so dass die jetzigen Dimensionen des Hafens wohl noch auf längere Zeit dem Handel in Petroleum genügen werden.

Sämmtliche direct am Hafen liegenden Lagerflächen nehmen einen Flächenraum von circa 87.700^q m ein, wovon augenblicklich circa 62500^q m verpachtet sind.

Für den Transport von Petroleum etc. per Wagen ist eine Fahrstrasse ausgeführt, welche von der Hamburg-Hamburger Chaussée abzweigt, bei den östlichen und südlichen Lagerflächen, sowie an den westlichen Ladegeleisen entlang führt und zugleich in der weiteren Fortsetzung die Verbindung mit den südlich der Elbe gelegenen Gegenden bildet.

Sämmtliche Arbeiten, soweit solche von dem Hamburger Staat ausgeführt sind, also mit alleiniger Ausnahme der Schuppenbauten und Ladebrücken, haben gekostet rot. 1,370.000 Mark.

Zum Schlusse darf nicht unerwähnt bleiben, dass die Hafenanlage nach den principiellen Anordnungen des Wasserbau-Directors Nehls, sowie des Wasserbau-Inspectors Buchheister ausgeführt wurde, unter der speciellen Bauleitung des Verfassers dieser Mittheilungen.

Erfahrungen über eiserne Stollenrüstung.

Von k. k. Professor **Franz Rziha.**

(Mit Zeichnungen auf Blatt 34 und 35.)

Unter den Neuerungen, welche die Disciplin des Bergbaues von der des Tunnelbaues entnommen hat, stehen obenan: die maschinelle Gesteinsbohrung und die Rüstung der Stollen und Strecken mittelst Eisen. Als die Geburtsstätte der maschinellen Gesteinsbohrung kann, nämlich betreffend des Percussionssystems, der Mont-Cenis-Tunnel und betreffend des Rotationssystems, der Sonnstein-Tunnel, als jene der eisernen Stollenrüstung der Tunnel bei Naensen in Braunschweig bezeichnet werden.

Die Anwendung einzelner eiserner Stollengeviere und einzelner eiserner Lehbögen im Grubenbau hat allerdings

schon vor der Zeit des Naenser Tunnelbaues (1861—1864) stattgefunden, z. B. auf den Alaungruben zu Freienwalde, aber immer nur in der Form eines kurzen Vortriebapparates für die Zwecke der alsogleich folgenden Mauerung der Stollen und Strecken, also immer nur als sogenannte Interimsrüstung. Eiserne Geviere oder Rahmen zum Zwecke definitiver Stützung der Stollen und Strecken auf ganze Längen dieser unterirdischen Räume wurden jedoch zum ersten Male bei dem genannten Naenser Tunnel angewendet, und es hat diese Anwendung von da ihren Weg in die Gruben genommen und dort innerhalb eines kurzen Zeitraumes von kaum

20 Jahren so bedeutsam um sich gegriffen, dass es für uns Tunnel-Ingenieure fachlich geboten erscheint einen Blick auf die Genesis dieser Neuerung und auf das in ihr seitdem gewonnene Erfahrungsmaterial zu werfen.

Beim Tunnel von Czernitz traten in den Jahren 1856 und 1857 so hervorragende Druckerscheinungen auf, dass die fachliche Ungenügendheit der Stützung des $2\frac{1}{2}$ m breiten Förderstollens mittelst Holz, wegen der unzureichenden Festigkeit dieses Materiales, wegen der Raumversperrung durch starke Hölzer und wegen der in jeder Stollenzimmerung haftenden Drehpunkte, durch die Natur lebhaft demonstriert wurde. Der Gedanke, Eisen statt des Holzes, also eine Rüstung statt einer Zimmerung, d. h. eine grössere Festigkeit und constructive Geschlossenheit in die bergmännische Stützung einzuführen, lag für mich als Leiter dieses Tunnelbaues zu nahe, als dass er nicht hätte gefasst werden sollen, allein eine Anwendung dieses Gedankens in der Praxis musste auf eine spätere Gelegenheit verschoben werden und diese bot sich dem Unterzeichneten erst bei dem geologischen Vorkommen des plastischen Keupermergels im Tunnel bei Naensen.

Mein damaliger Chef, der Oberbaurath Dr. Hermann Scheffler, dem die Ingenieurwissenschaft so viel verdankt, genehmigte sofort das Project: den für zwei schmalspurige Geleise und ohne Mittelunterstützung projectirten Sohlenstollen des Naenser Tunnels mittelst Eisen zu stützen, und später (1863) auch jenes für den Ippenser Sohlenstollen und wurden die gerade vorrätigen, ausgeschossenen vierzölligen Eisenbahnschienen des Braunschweigischen Bahnnetzes in der damals noch fiscalischen Hütte zu Zorge am Harze in der Weise gebogen, wie selbe durch Fig. 1, Bl. 34 dargestellt ist. An denjenigen Stellen des Naenser Tunnels, wo starker Sohlendruck bemerklich wurde, erhielten die eisernen Geviere auch eine nach abwärts gebogene Sohlenschiene und wurden die stark verlaschten Schienenstösse dann in die Ulmen des Stollens gelegt.

Die Erfahrungen mittelst dieser Eisenrüstung in den beiden, zusammen 1068.8^m langen Sohlenstollen der genannten Tunnels waren überaus günstig. Die Geviere standen je nach den Druckverhältnissen 0.75—1.5^m entfernt; in ersterem Maasse in solchem Gebirge, wo ehemals hölzerne Geviere aus bis 40^{cm} starken Hölzern Mann an Mann und noch obenhin mit Unterzügen und Mittelstempeln hatten angewendet werden müssen.

Der Längenverband wurde theils mit Zangen, theils mittelst Pfostenstücken hergestellt, welche sich in die Stegrinnen der Schienen vorzüglich festkeilen, resp. einbringen liessen. Die Unnachgiebigkeit der eisernen Geviere hielt eine weitgehende Gebirgsauflockerung, also einen grossen Druck überhaupt fern; der Aushauraum des Stollens wurde um die Differenz der Holzstärken zu den Eisenstärken verringert; der Vortrieb nahm ein maschinelles Gefüge an, die Stollen erschienen so regelmässig ausgebaut, dass sie den Eindruck des Innern einer eisernen Röhre boten und die Demonstration lehrte, dass diese Art der Rüstung sich in Bergwerken noch mehr als bei Tunnelbauten empfehlen würde, weil die längere Dauer des Eisens als des Holzes alle Auswechselarbeiten und diesfälligen Materialkosten verhüten würde und selbst eine Mauerung ersetzen könnte.

Diese Erfahrungen erregten seinerzeit Interesse in technischen Kreisen und es kamen Tunnel- und Bergingenieure aus verschiedenen Ländern zu den beiden genannten Tunnelbauten, um die neue Rüstung zu besichtigen und zu prüfen. Ein leider zu früh aus unserer Mitte geschiedener Fachmann, der in dem Rufe eines hervorragenden Praktikers lebte, der Oberbergrath Koch zu Clausthal am Harze, ist der erste Berg-Ingenieur gewesen, der alsbald nach einem Besuche des Naenser Tunnels die neue Stützungsmethode in die Bergwerke einführte. Hiermit war nun die Bahn für eine erweiterte Anwendung der eisernen Rüstung gebrochen und wurde diese Anwendung zunächst durch den äusseren Umstand begünstigt, dass sie in eine Zeit (vom Ende der Sechziger- bis zur Mitte der Siebzigerjahre) fiel, innerhalb welcher die Eisenbahn-Gesellschaften daran gingen, die alten, eisernen Bahnschienen zuerst gegen Puddelstahlschienen, dann gegen Bessemerschienen auszuwechseln.

Als der Verbrauch der alten Eisenschienen überhaupt zu diesen Stollenrüstungs- und zu anderen Zwecken vollzogen war, liessen die Bergwerks-Directionen eigene Profile für die Stollenrüstung walzen und heute existirt die Thatsache, dass bei schwierigen Tunnelbauten und in allen hervorragenden Bergwerks-Revieren des Continents, theilweise auch in England und Amerika die eiserne Stollenrüstung principiell angewendet wird. Diese Anwendung hat unter Anderem bei den Tunnelbauten zu Sterbfritz, Sachsen-Altenburg (s. Fig. 13, 14, 15, Bl. 35), zu Ende (s. Fig. 16, Bl. 35) und Redwitz, dann an der Gotthardbahn und neuestens am Arlberge, namentlich aber in den Bergwerks-Revieren am Niederrhein, in Westphalen, Saarbrücken, Oesterr.- und Preussisch-Schlesien, in Sachsen und am Harze (s. Fig. 19, Bl. 35) stattgefunden. Im Saarbrück'schen Reviere griff die Construction besonders rasch und ausgedehnt um sich und es wurden dortselbst allein in den Jahren 1875, 1876 und 1877 nicht weniger als 27.760 Stück Gestelle mit einem Gesamtgewichte von 2,446.182^{kg} und einem Eisenwerthe von 465.339 Mark eingebaut.

Die Erfahrungen, welche nunmehr durch diese erweiterte Anwendung der eisernen Rüstung gemacht wurden, sind einheitlich, man rühmt überall:

1. Den fachlich erleichterten Einbau;
2. die Ersparnisse an Geld durch die Construction und die Einbauarbeit;
3. die rechtzeitige Besiegung des Druckes;
4. die Unverschiebbarkeit der Geviere im Bereiche ihrer Vertical-Ebene;
5. die bedeutende Ersparung an Ausbruchsmasse;
6. die für die unterirdische Frequenz so überaus werthvolle, lineare Einhaltung der First-, Ulm- und Sohlenflächen des Stollens und
7. die eventuelle Ersparung einer Mauerung.

Auch die Literatur hat sich nunmehr über diesen Gegenstand bereits ausgebreitet geäussert und es finden sich Abhandlungen über denselben vornehmlich:

1. in der „Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen in dem preussischen Staate“, Bd. XX p. 121; Bd. XXVI p. 290; Bd. XXVII p. 261; Bd. XXVIII p. 246,

2. in der „Oesterr. Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen“, Jhrg. 1880 p. 108 und Jhrg. 1881 p. 143,

3. in der „Berg- und hüttenmännischen Zeitung“ (Leipzig) 1880 p. 205,

4. in der „Zeitschrift des berg- und hüttenmännischen Vereines für Steiermark und Kärnten“, Jhrg. 1880 p. 175,

5. in der Zeitschrift „Der Berggeist“, 1877, Nr. 96,

6. in der „Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereines zu Hannover“, Bd. XXVII p. 25 betreffend den Bau des Bottroper Einschnittes in der Rheinischen Eisenbahn von Baumeister Fried. Wiebe,

7. in der „Revue universelle des mines“ etc. Bd. 4, 1878, p. 315,

8. in „Ržiha“, Eisenbahn-Unter- und Oberbau, I. Bd. p. 445,

9. in „Ržiha“, Lehrbuch der Tunnelbaukunst, I. Bd. p. 661.

Im Nachstehenden folgt nun ein Auszug aus dieser Literatur und auf den beiliegenden Tafeln eine Darstellung derjenigen Profilformen und Anordnungen der Verlaschungen, wie sie die Erfahrung, je nach den örtlichen Verhältnissen, als rationell erwiesen hat.

Im Saarbrücker Reviere wurde bereits im Jahre 1868 in der Grube Altenwald mit der Verwendung des Schmiedeeisens zum Streckenausbau begonnen und berichtet hierüber zuerst Director Geheimer Bergrath Pfähler zu Sulzbach im XX. Bd. der „Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen im preussischen Staate“. Diesem Berichte sind die Fig. 5, 7 und 10 auf Bl. 34 entnommen, welche die Anwendung von Grubenschienen von 79^{mm} Höhe und 11.1^{kg} pro laufenden Meter Gewicht, sowie von **I** Eisen (Fig. 6, Bl. 34) nebst den Verbindungen der einzelnen Geviertsegmente mittelst Laschen veranschaulichen.

Wie bereits hervorgehoben, gewann in der Folge der eiserne Ausbau, sei es nun in der Form von elliptischen oder kreisförmigen Ringen, oder als Thürstockgestelle, im Bergwerksbezirke Saarbrücken eine immer weitere Anwendung, welche seit dem Sinken der Eisenpreise völlig allgemein ist. An Stelle der Grubenschienen traten **I** und **II** Eisen (Fig. 8, 9_a und 9_b Bl. 34) von beziehungsweise ca. 11.2^{kg} und 17.3^{kg} Gewicht pro laufenden Meter und zeigen die Fig. 2, 3 und 4 auf Bl. 34 und Fig. 17 und 18 auf Bl. 35 weitere Typen für verschiedene Stollenquerschnitte, wie sie in dem Aufsatze von Wenderoth zu Saarbrücken im XXVI. Bd. der oben citirten Zeitschrift enthalten sind.

Bei der Vergebung der Lieferungen an die dortigen Hüttenwerke wurden im Jahre 1877 folgende Preise erzielt:

Es kostete ein zweispuriges Gestelle (nach Fig. 2, Bl. 34) von ca. 82.6^{kg} fertig gearbeitet loco Grube 12.7 Mark, ein fertiger elliptischer Ring (nach Fig. 7, Bl. 34) im Gewichte von ca. 120^{kg} 14.7 Mark loco Grube, ein fertiger kreisrunder Ring (nach Fig. 3, Bl. 34) aus **II** Eisen im Gewichte von ca. 175^{kg} 33 Mark loco Grube.

Der Ausbau der Grundstrecke in der Segen-Gottes-Grube, welchen der Schichtmeister R. Schneider in der „Oesterr. Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen“ Jhrg. 1880 bespricht, ist durch die Fig. 11 und 12 auf Bl. 34 dargestellt. In ganz ähnlicher Weise wurde auch in den Kohlenwerken der Société John Cockerill zu Seraing (confr.

Revue univers. des mines etc. Tafel IV 1878 p. 315) die Eisenzimmerung respective Eisenrüstung construiert.

Mit gleich günstigem Erfolge, wie in den angeführten Fällen, hat man seit 1877 in dem Braunkohlen-Bergbaue zu Liescha den eisernen Ausbau der Grubenräume u. zw. mit Benützung alter Eisenbahnschienen von 36^{kg} pro laufenden Meter in Anwendung gebracht. Näheres hierüber ist in der Zeitschrift des berg- und hüttenmännischen Vereines für Steiermark und Kärnten“, Jhrg. 1880 p. 175 enthalten.

Eine ausgedehnte Anwendung der eisernen Streckenrüstung, sowie des Ausbaues der Schächte und Gesenke in Eisen hat seit 1877 in den Kohlengruben zu Polnisch-Ostrau der a. p. Ferdinands-Nordbahn platzgegriffen, worüber der Ober-Ingenieur J. Mayer in der „Oesterr. Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen“ Nr. 11, 12 und 13, Jhrg. XXIX berichtet. Auch hier wurden anfänglich alte Eisenbahnschienen, welche von der Bahn billig abgegeben werden konnten, zur Construction der Geviere benützt; später acceptirte man das im Saarbrücker Reviere in Anwendung stehende **I**förmige Profileisen (Fig. 8, Bl. 34), wobei jedoch für das Streckenprofil die in Fig. 21, Bl. 35 vorgeführte Form gewählt wurde.

Das Gestellpaar besteht aus zwei nicht ganz gleichen und oben kreisförmig gebogenen Stücken, welche an der Firste durch Laschen und Schrauben verbunden sind.

In weiterer Entwicklung des Ausbaues in Eisen zu P.-Ostrau wurde an Stelle des Saarbrücker Profileisens das gleichschenklige **I** Eisens nach den in den Fig. 22 und 23, Bl. 35 dargestellten Typen in Anwendung gebracht und zwar wird das stärkere dieser Profile nur in sehr druckhaftem, mit Sprungklüften etc. versehenem Gebirge verwendet. Die Entfernung der eisernen Geviere beträgt 1.5^m bis 1^m. Die Gestellpaare werden von der Witkowitz Eisenhütte fertig um den Preis von 16 fl. per Metercentner geliefert.

Ein completes Gestellpaar nach dem Streckenprofil Fig. 21, Bl. 35 wiegt:

aus dem Saarbrücker Profileisen Fig. 8, Bl. 34: 73^{kg}

„ „ leichten **I** Eisen Fig. 23, Bl. 35: 46^{kg}

„ „ schweren „ „ Fig. 22, Bl. 35: 60^{kg}

so dass sich die Preise beziehungsweise auf fl. 11.68, fl. 7.36 und fl. 9.60 stellen.

Seit 1878 wurden im Ostrauer Kohlenreviere Eisen-gestellpaare für rund 17.140 fl. bei dem durchschnittlichen obigen Einheitspreise eingebaut.

In Fig. 24, Bl. 35 ist ein in Waldenburg bestehender Streckenausbau mit Grubenschienen unter Anwendung von gusseisernen Verbindungsstücken, in Fig. 26, Bl. 35 die Auszimmerung einer Bremsbergstrecke zu P.-Ostrau mit geraden Eisenbahnschienenstücken dargestellt und es sei hier erwähnt, dass ein ähnlicher Ausbau (Fig. 25, Bl. 35) auch in dem Stollen des mit englischem Betriebe hergestellten Bottroper Eisenbahn-Einschnittes stattgefunden hat.

Die, meinem Buche „Eisenbahn-Unter- und Oberbau“ I. Bd. p. 445 entnommene Fig. 20, Bl. 35, bringt den definitiven Ausbau durch Eisenbahnschienen und dahinter liegender Holzverladung zur Anschauung, wie derselbe von der Bergwerksdirection der k. k. österr. Staatseisenbahn-Gesellschaft auf ihren Steierdorfer Werken zur Ausführung gelangte.

ENTSTEHUNG UND BESEITIGUNG EINES SCHIFFFAHRTSHINDERNISSES IN DER DONAU BEI WIEN.

Bl. 29.

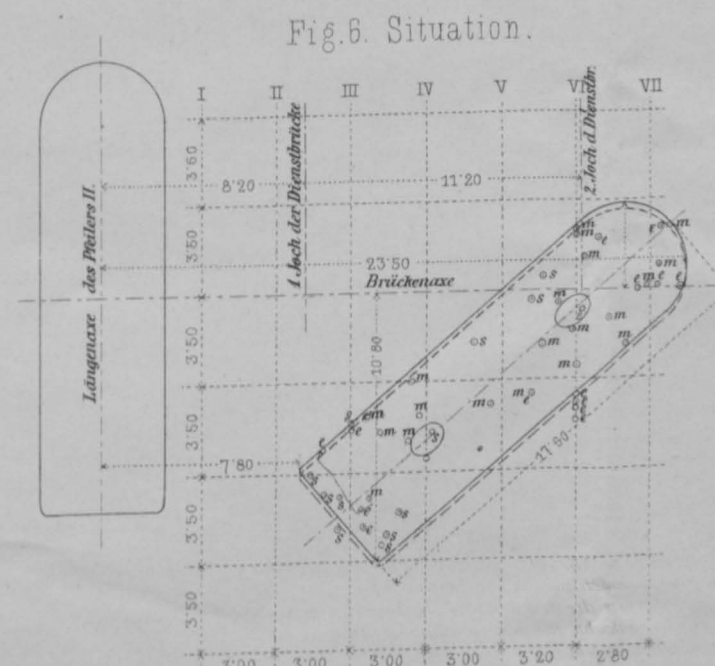
Fig. 1.
Situation der Donaubrücke
der österr. Nordwestbahn bei Wien.



Erklärung.

Erklärung

s Schotter
m Mauerwerk
e Eisen



Maßstab

für Fig. 1 1:3760

Fig. 2, 3, 4, 5 1:150

Fig. 6, 7 1:500

Unfall während der Fundierung
des Pfeilers II.

Fig. 2. Stand
am 14. Dezember 1870.

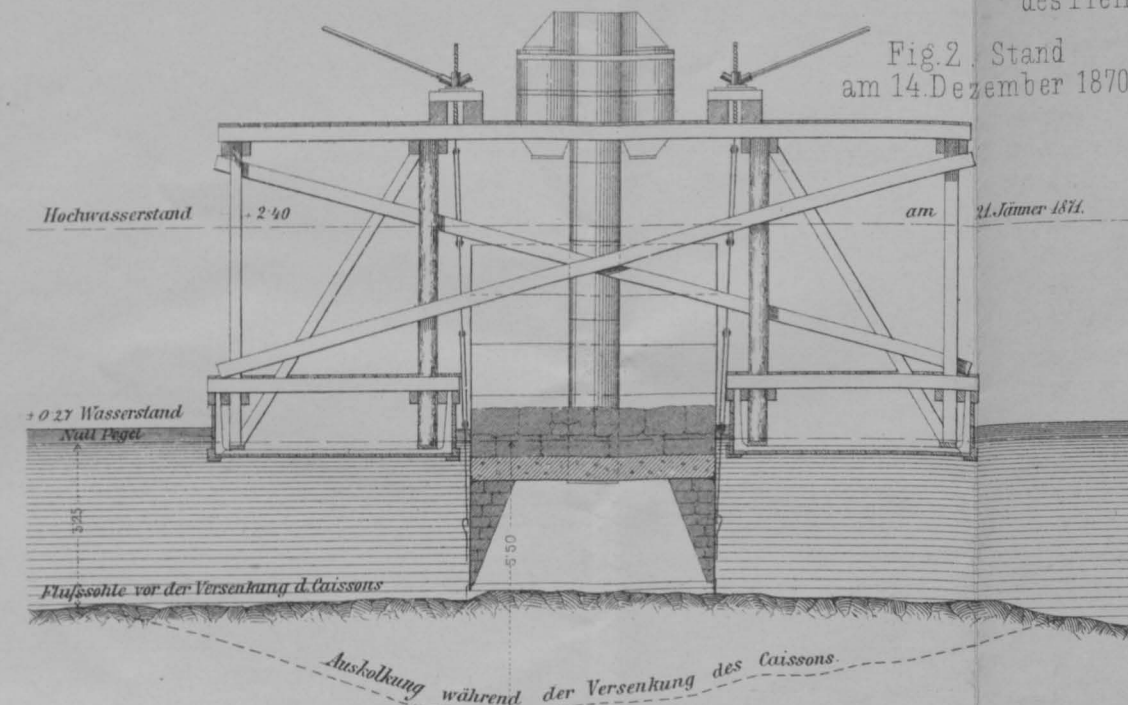


Fig. 4.
Recognoscirung am 15. Jänner 1871.

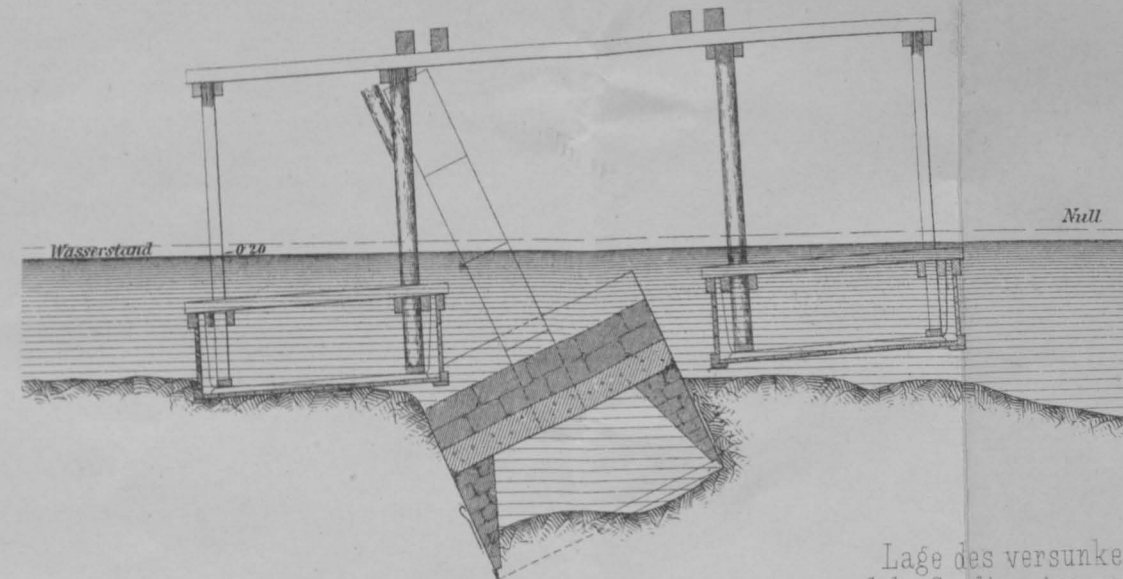


Fig. 3.
Recognoscirung am 29. Jänner 1871.

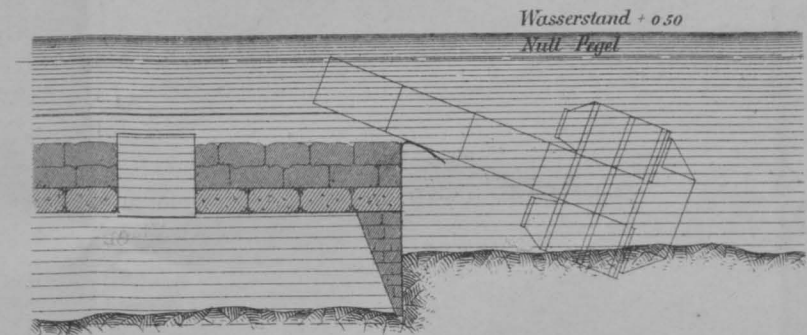
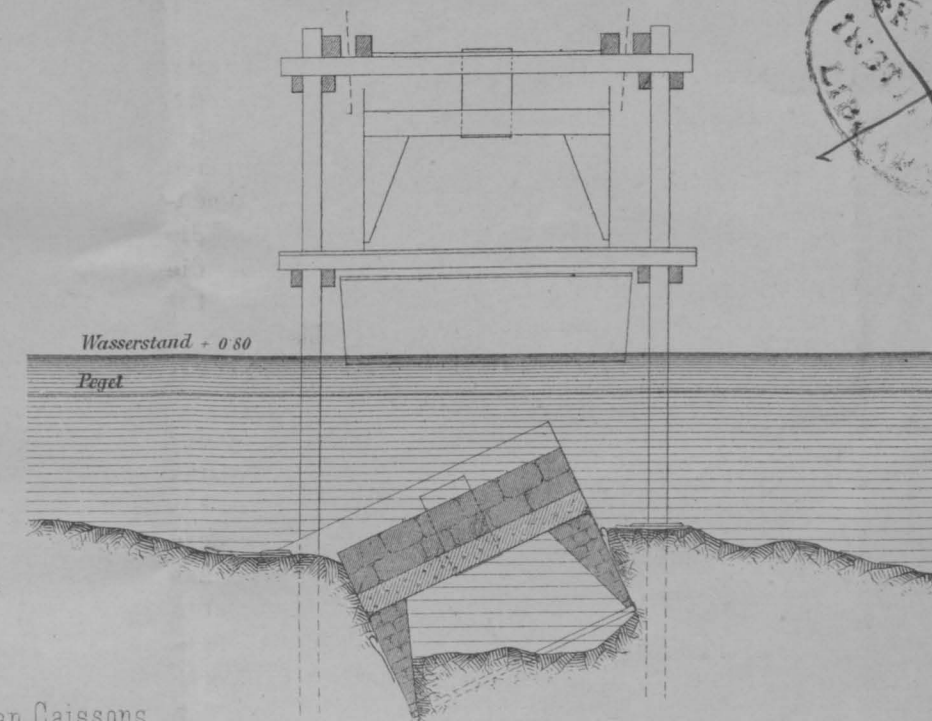
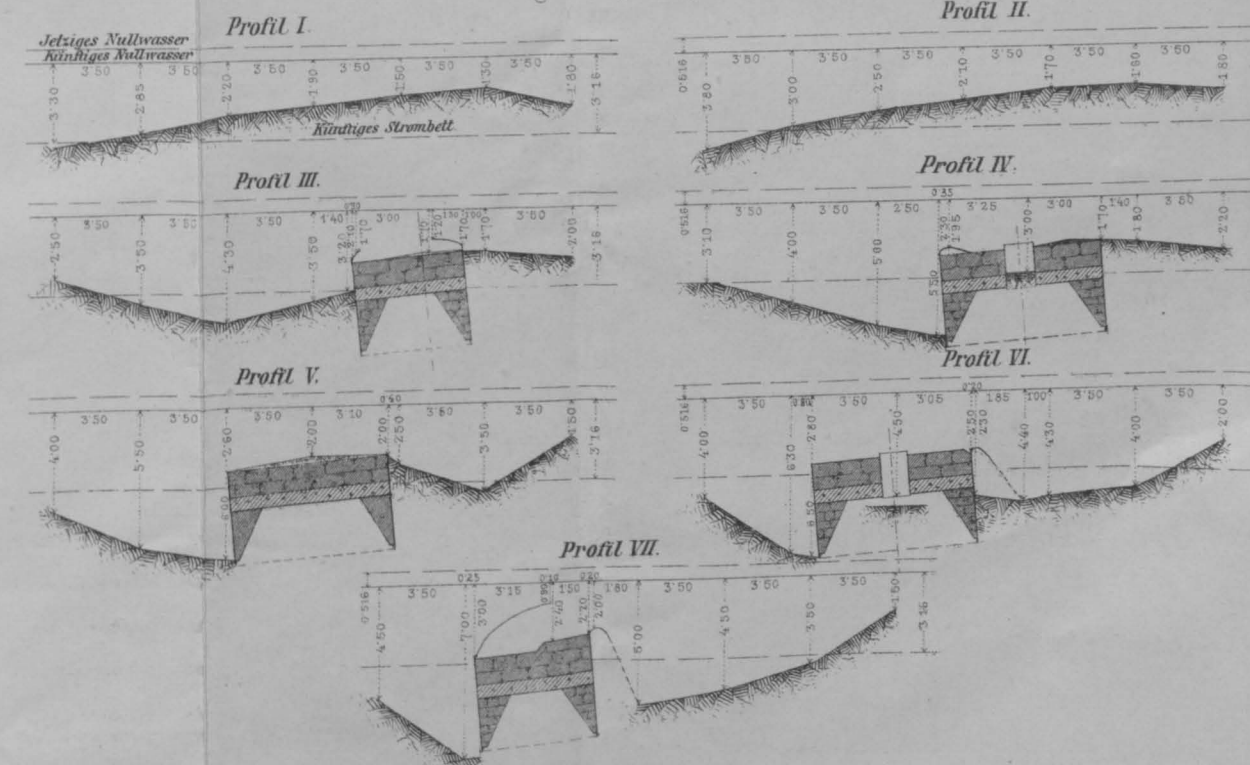


Fig. 5.
Projectirtes Hebungsgerüst
Frühjahr 1871.



Lage des versunkenen Caissons
nach den Sondirungen am 12. Oktober 1872.

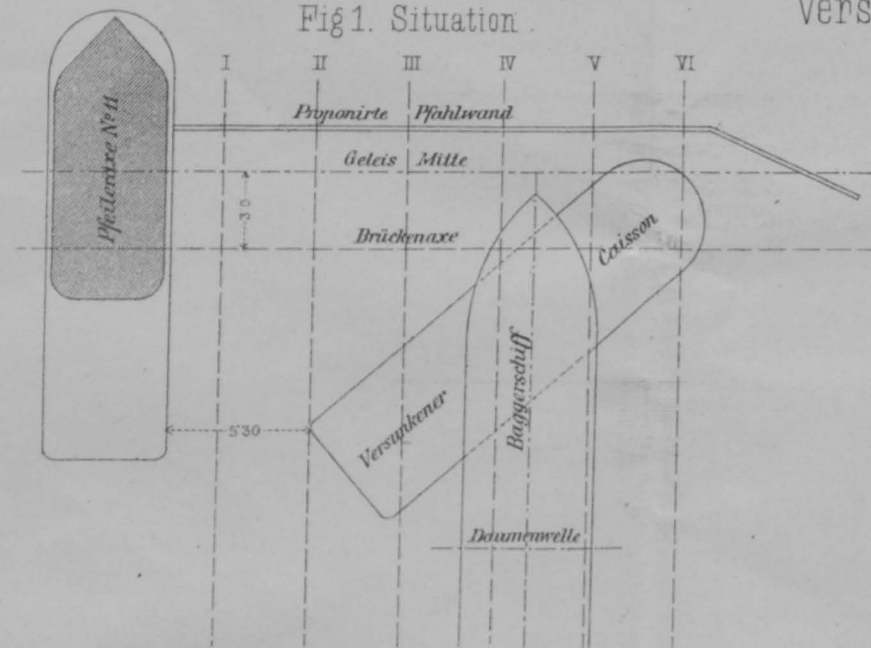
Fig. 7. Querprofile.



Lith. u. Druck v. R. Spies & C. art. Aust. Wien.

Versuchte Beseitigung des versunkenen Caissons durch Baggerung.

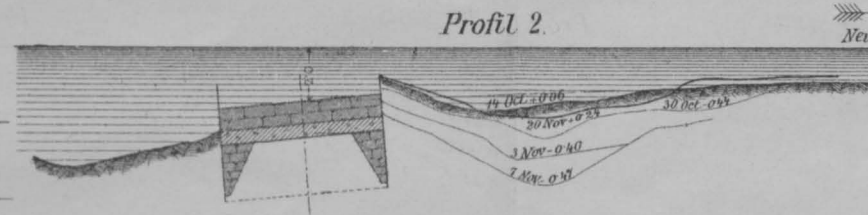
Fig 1. Situation.



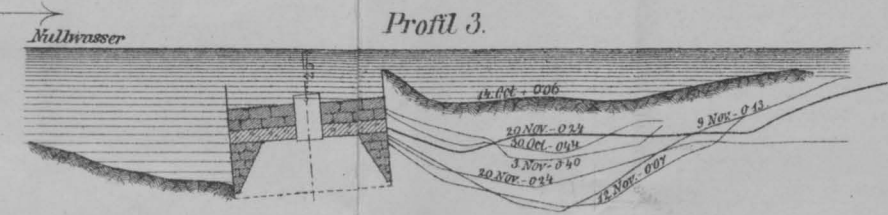
Mittleres theoretisch genügendes Profil zur Vertiefung



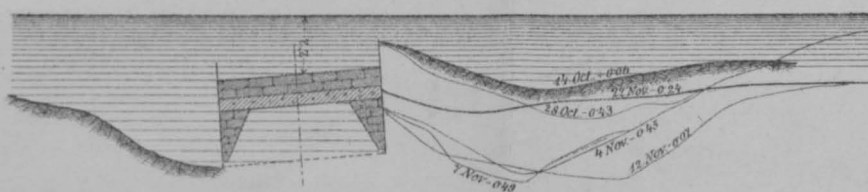
Profil 2.



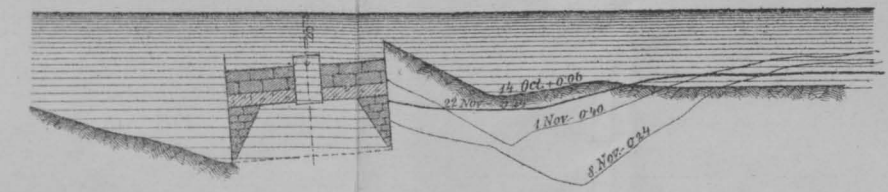
Profil 3.



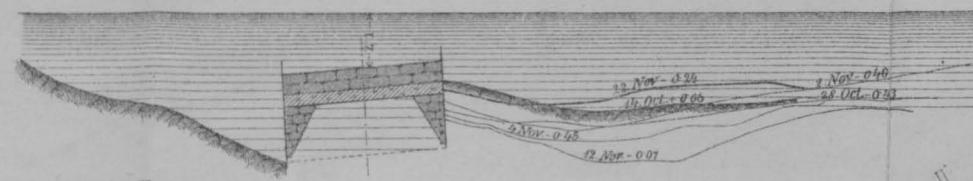
Profil 4.



Profil 5.



Profil 6.



Profil vor Beginn der Baggerung
nach Einstellung
Die den Data beigesetzten Zahlen geben die bezügl. Wasserstände
Maßstab für Fig 1 und die Querprofile 1:300 nat. Grösse.

Ausrüstung des Sprengschiffes

Fig 2. Ansicht und Vertikalschnitt.



Fig 3. Grundriss.

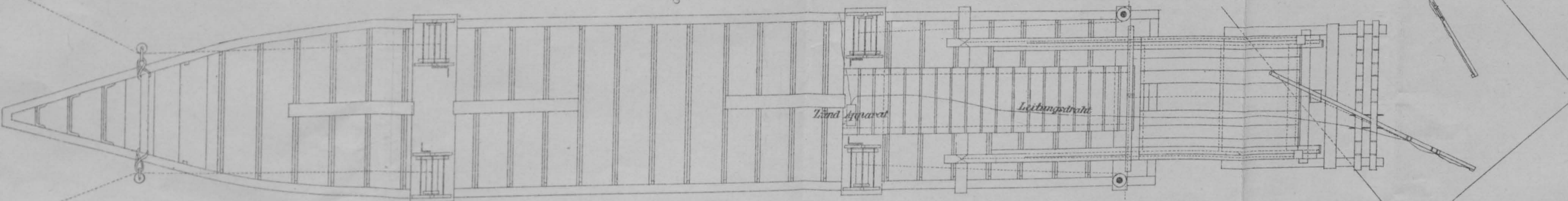


Fig 4. Vertheilung der abgeschossenen Patronen.



Die Zahlen zeigen die Reihenfolge der Patronen an
• Patronen von 1/2 H.W.G.
• — " — 1 — "
• — " — 1/2 — "

Lage des versunkenen Caissons

Lage des Pfeilers.

Maßstab für Fig 2, 3 & 4 1:100 nat. Gr.

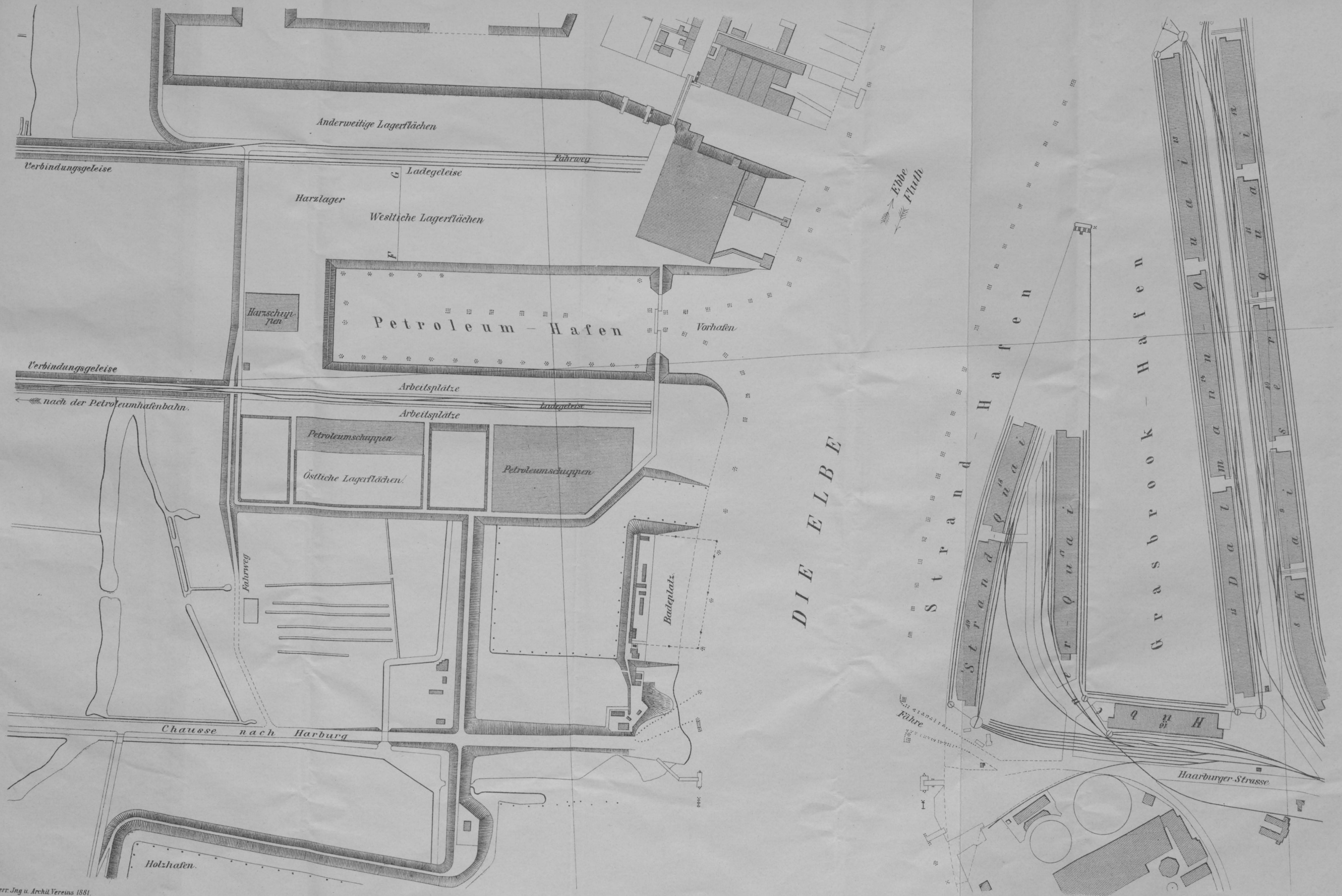
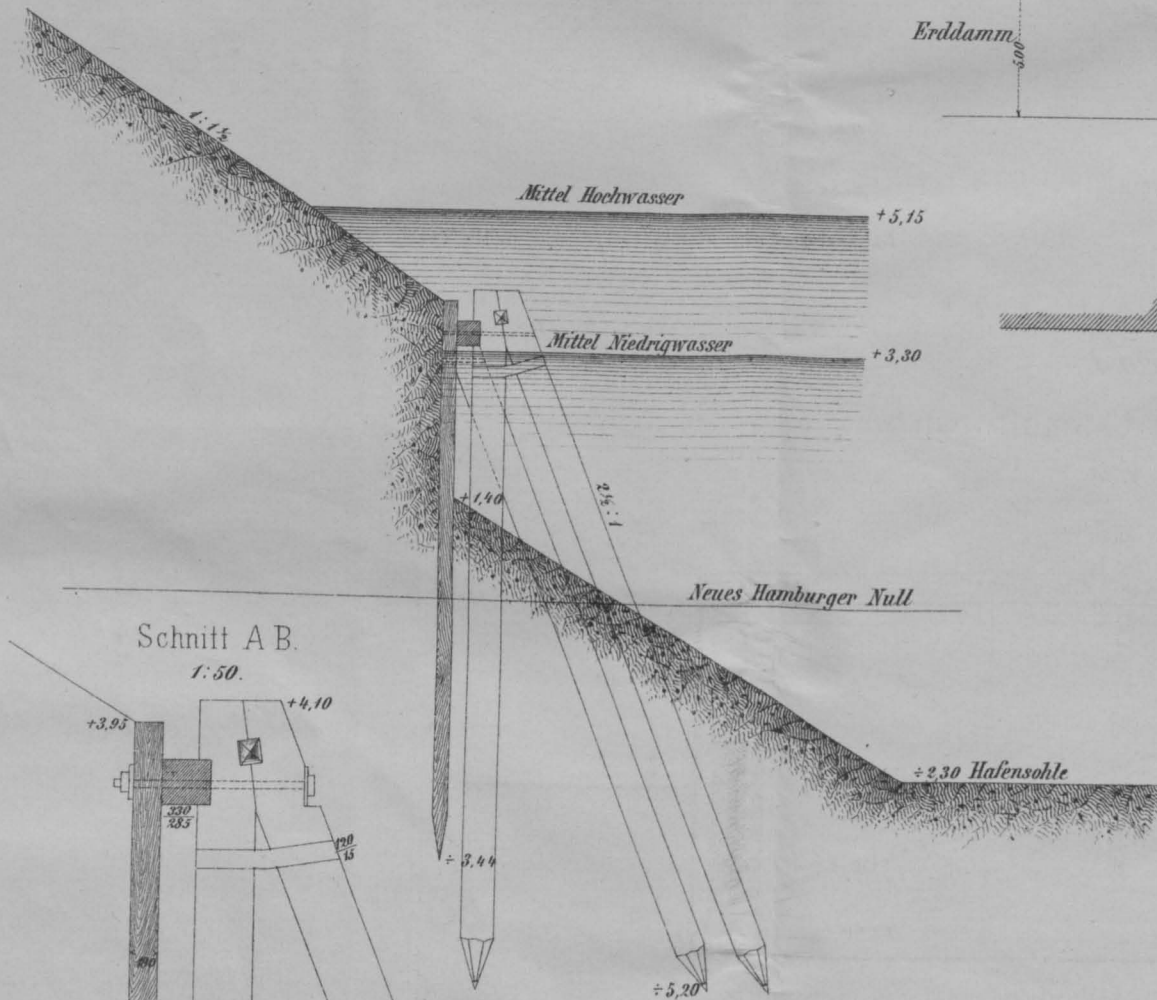
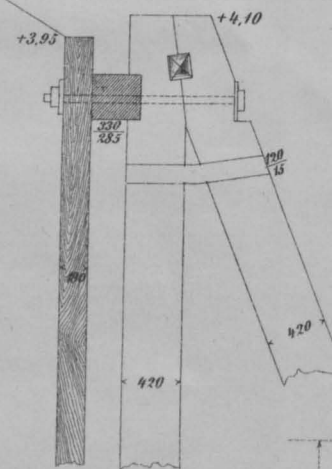


Fig. 1.

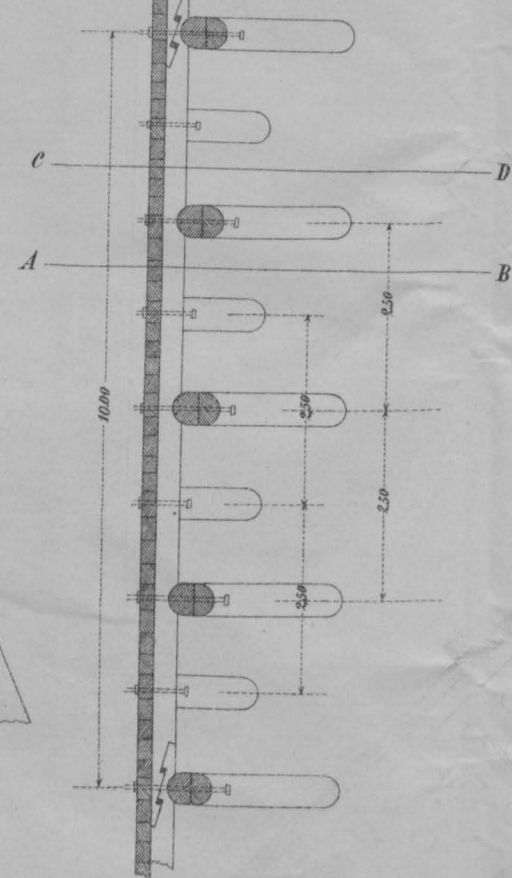
Hölzerne Uferbefestigung
1:100.



Schnitt A B.
1:50.



Grundriss.
1:100.



Schnitt C D
1:50.

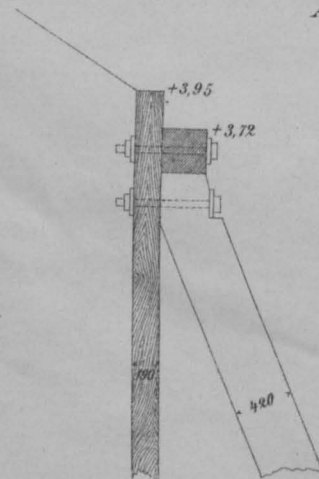


Fig. 2.

Anordnung der Abschluss-Pontons.

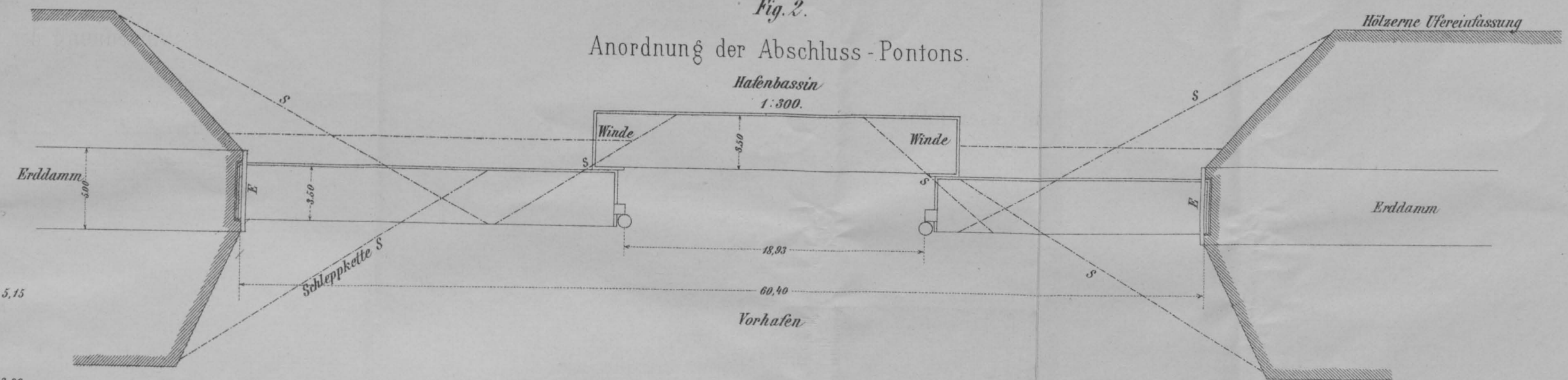
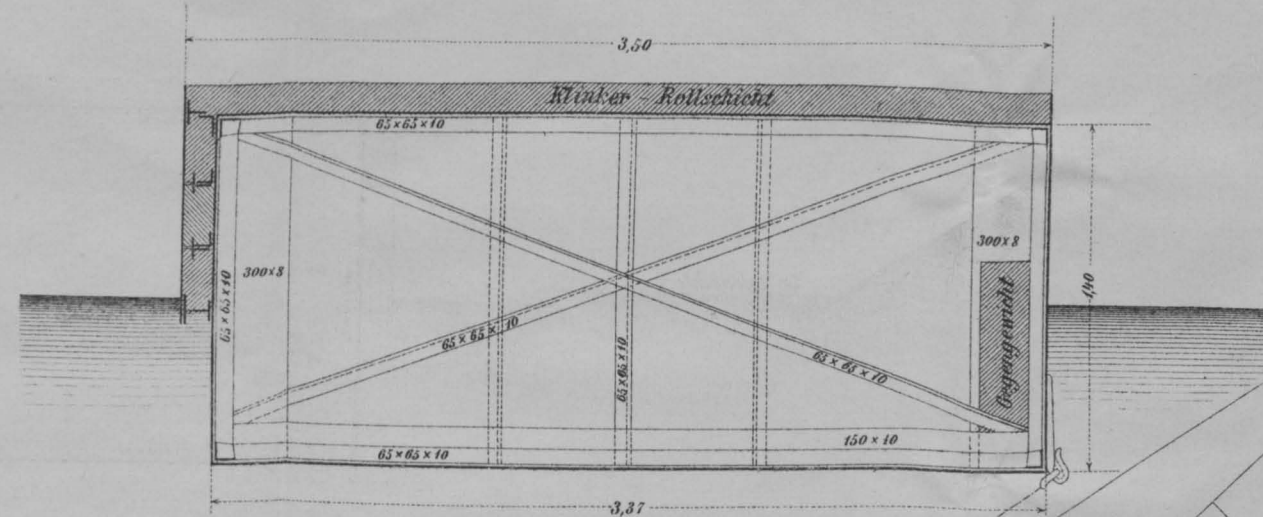
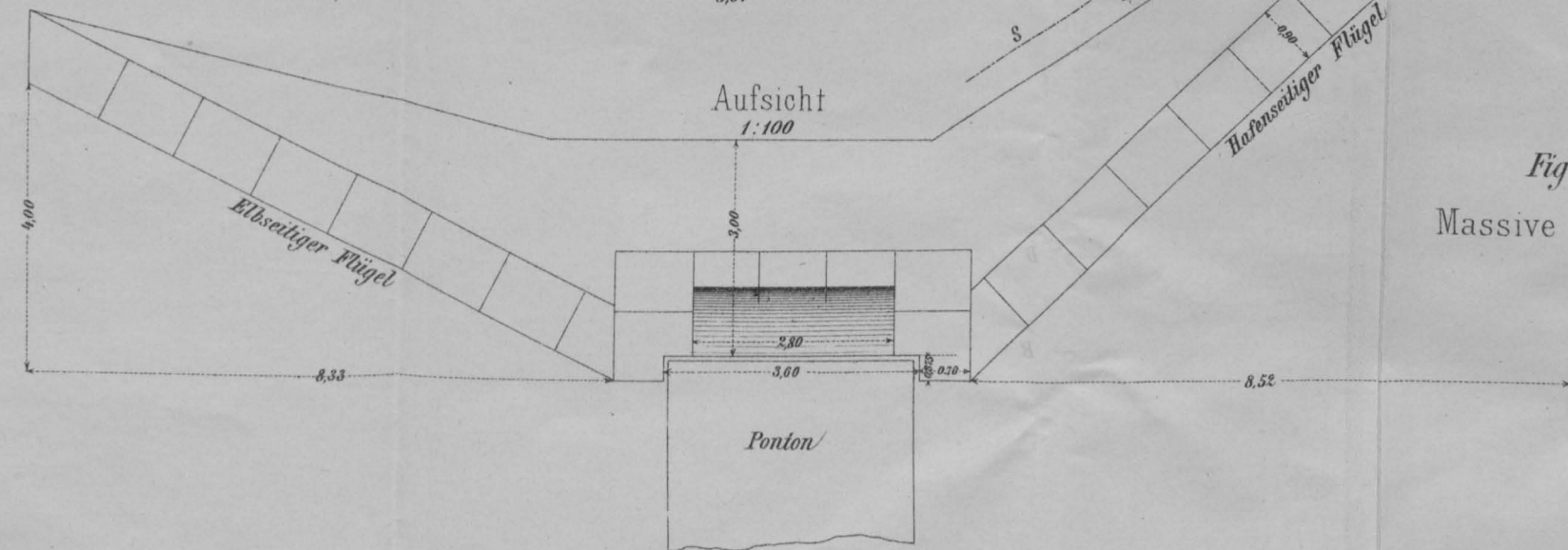


Fig. 3.

Querspant mit Chamottepanzer
1:30.



Aufsicht
1:100.



Grundriss
1:100.

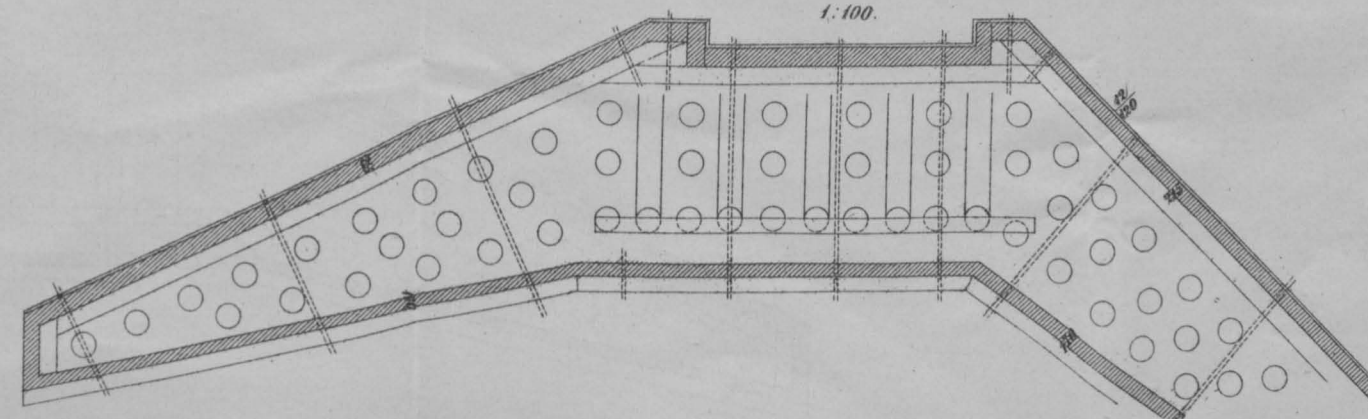


Fig. 4.

Massive Einfahrt.

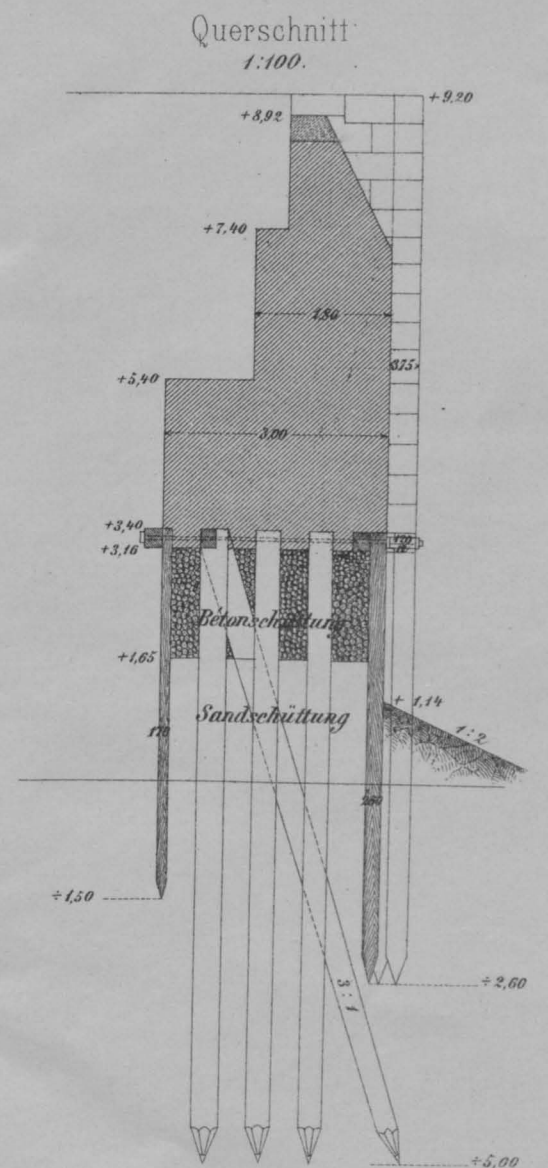


Fig. 5.

Schnitt durch die östlichen Lagerflächen

1 : 500.

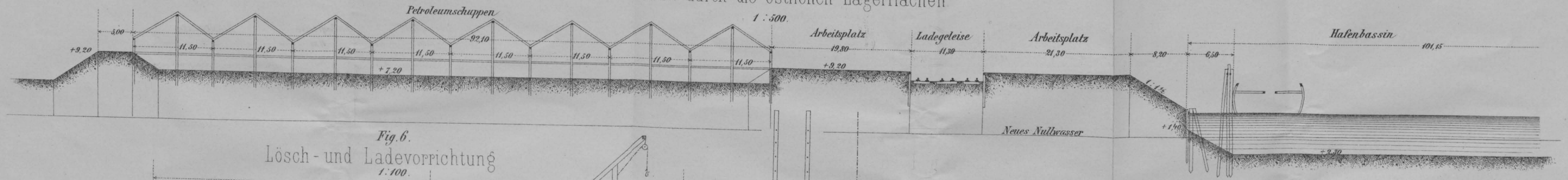


Fig. 6.
Lösch- und Ladevorrichtung

1 : 100.

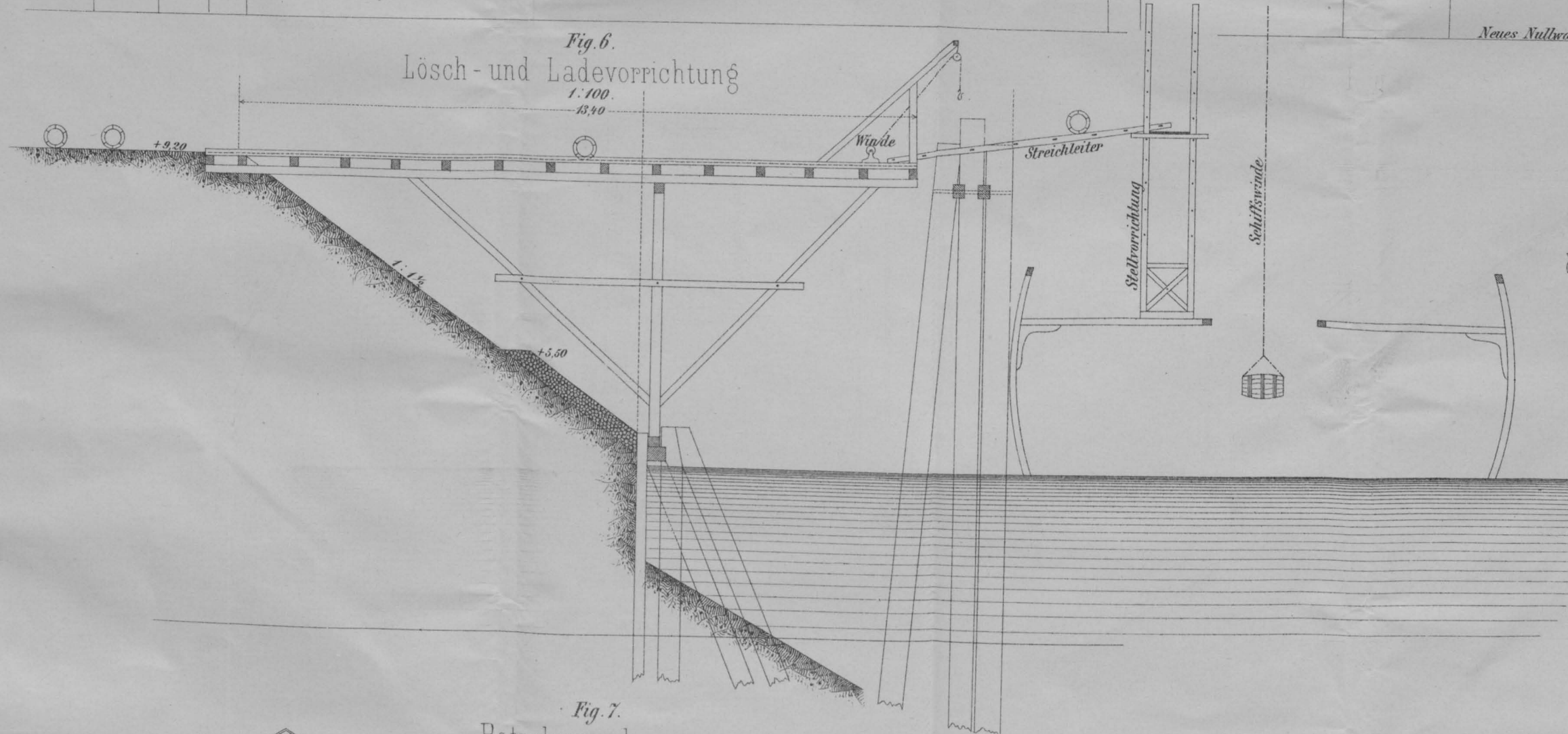
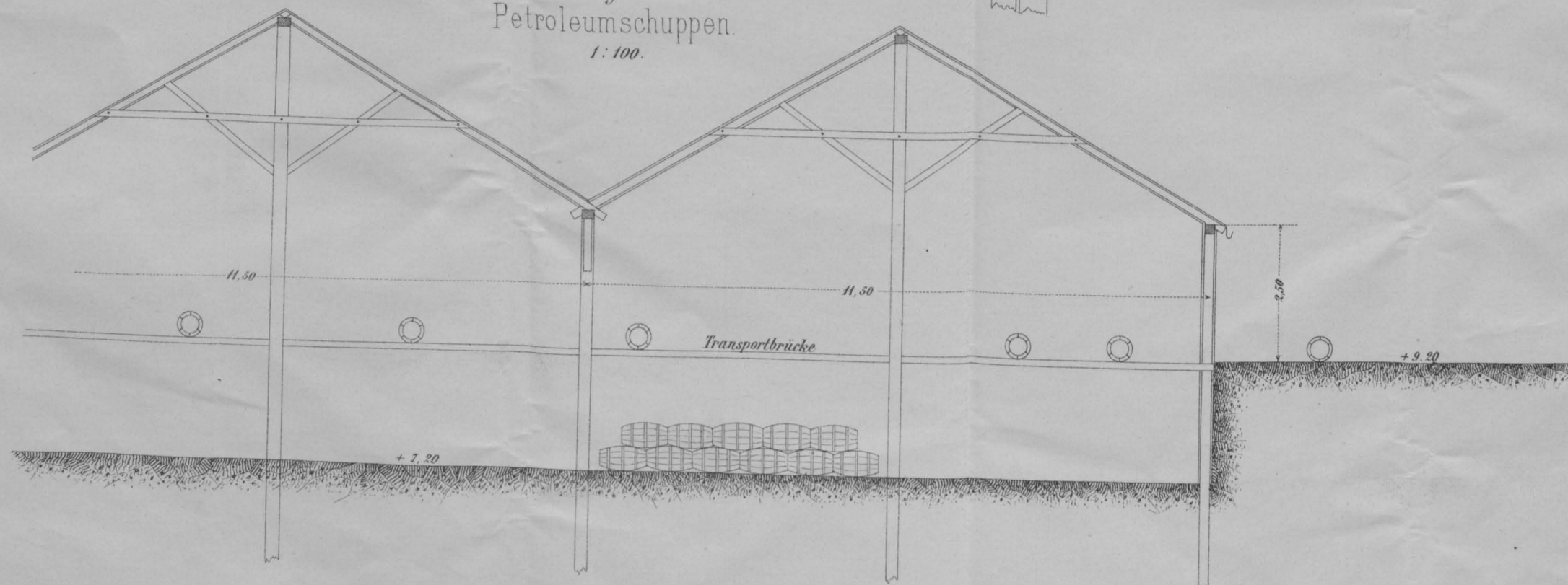


Fig. 7.
Petroleumschuppen

1 : 100.



Überfallramme

1 : 100.

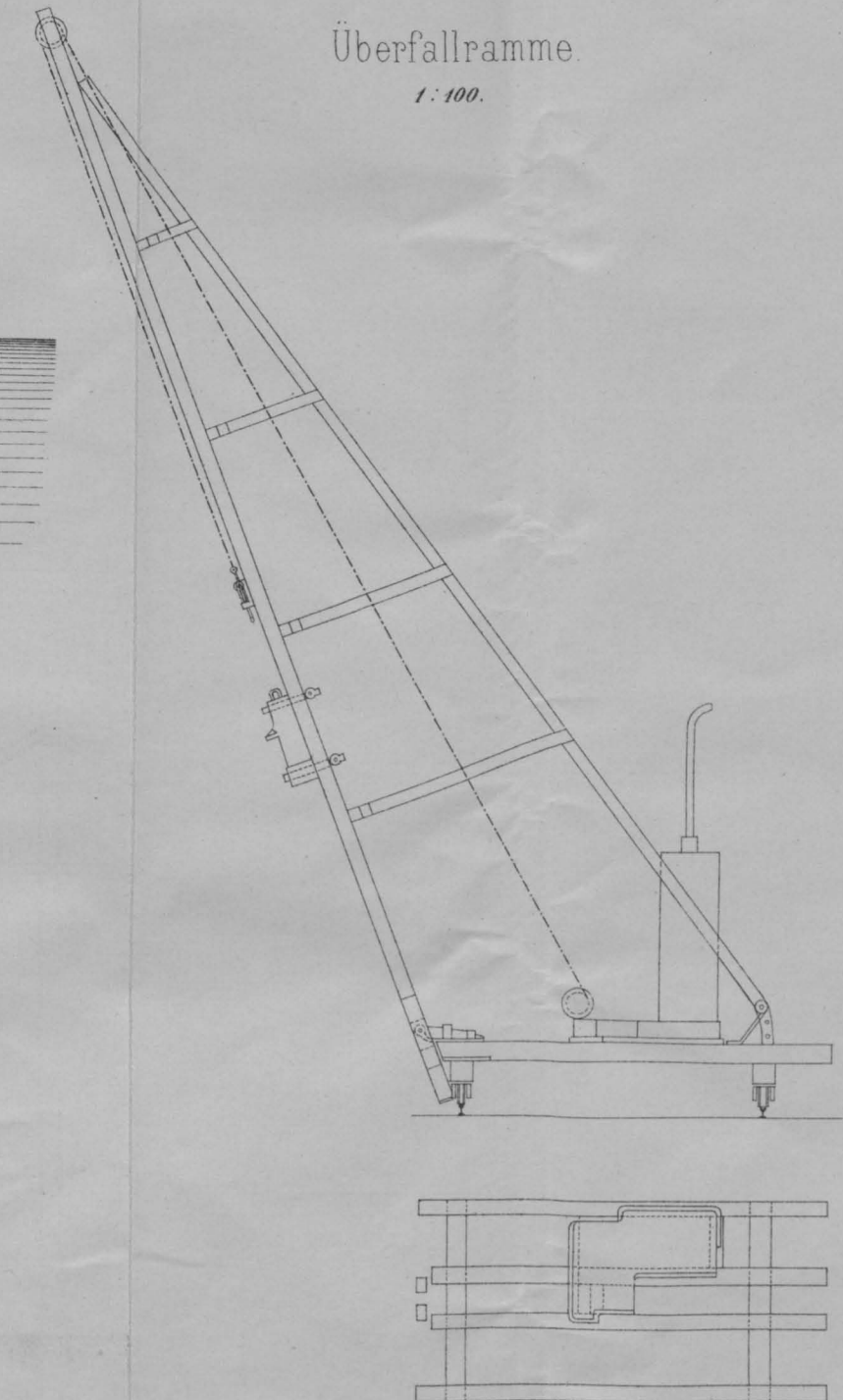


Fig. 1.

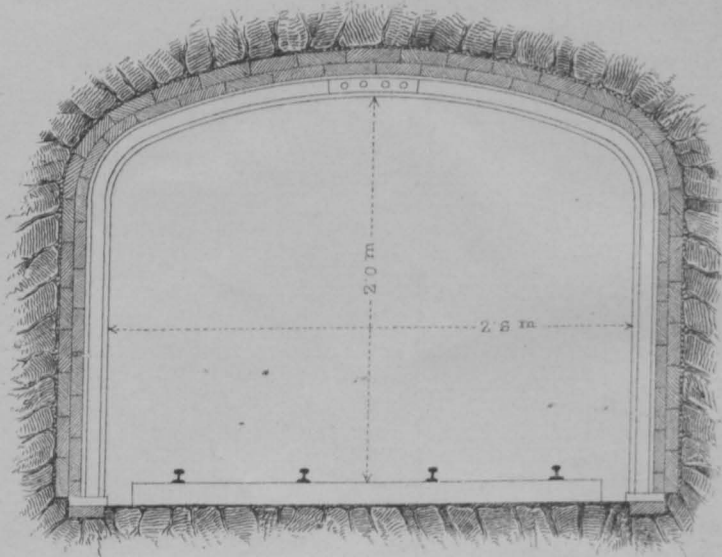


Fig. 2.

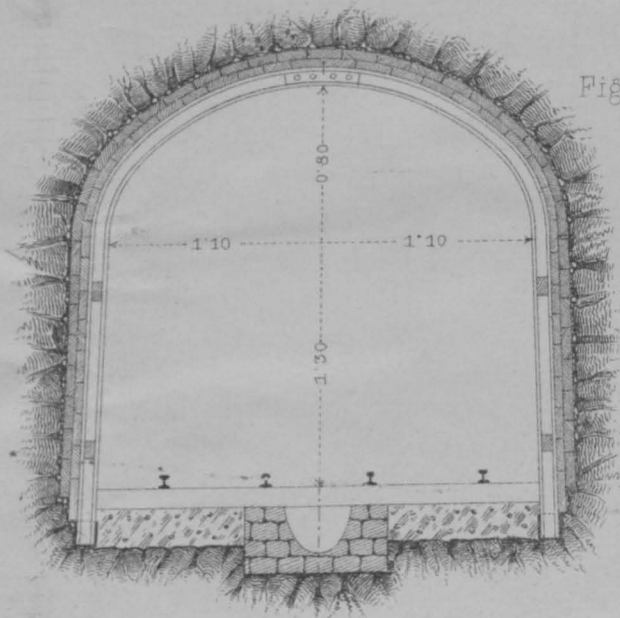


Fig. 3.

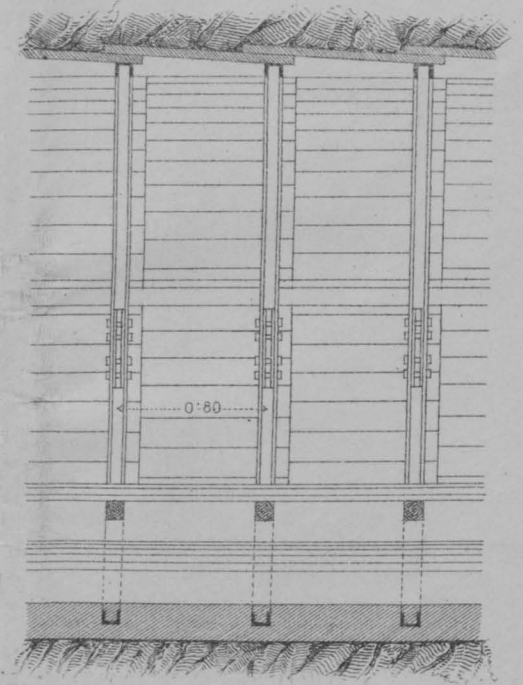
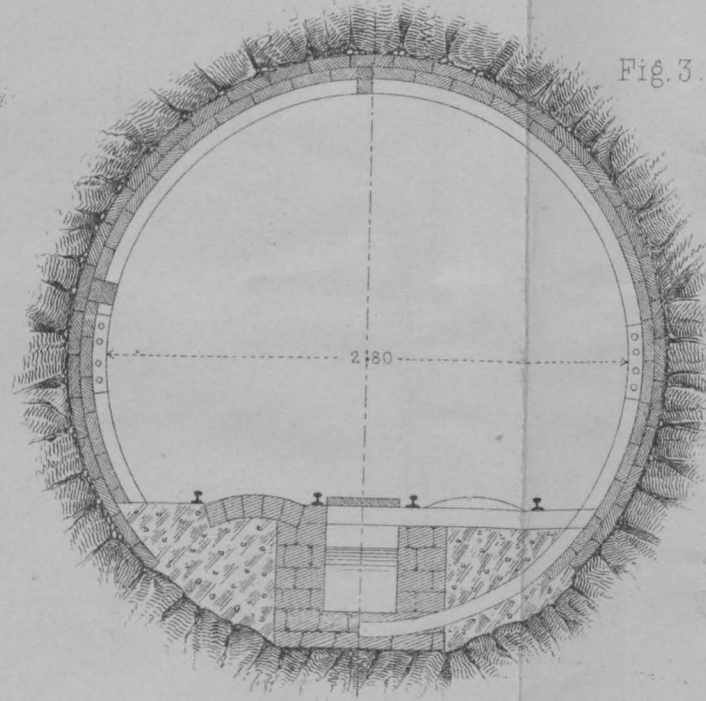


Fig. 4.

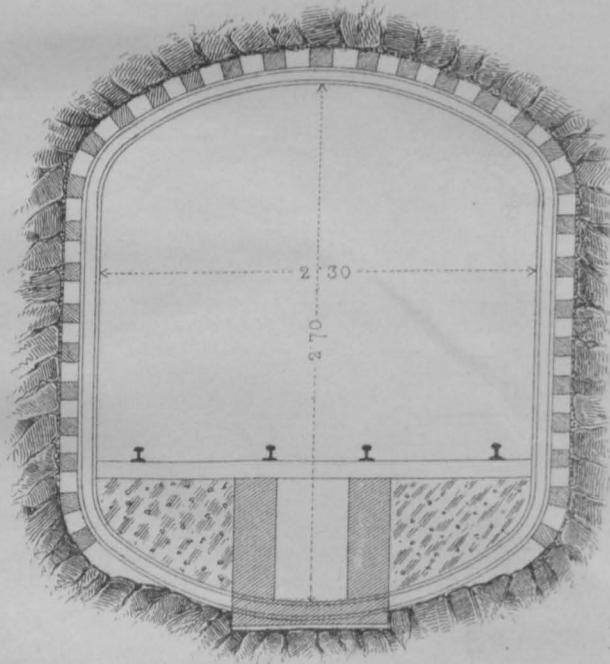


Fig. 5.

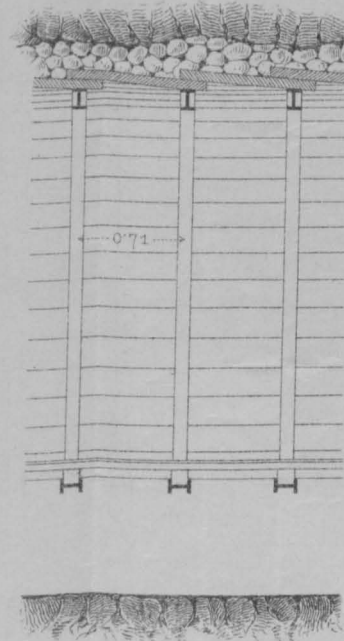
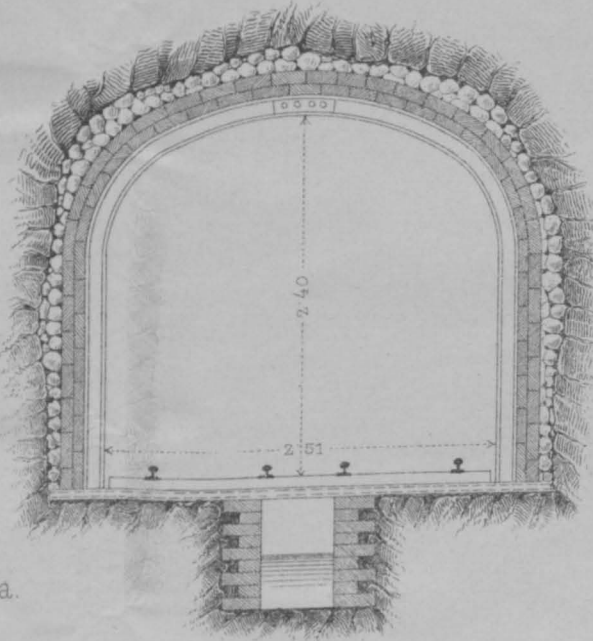
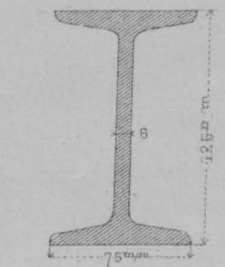


Fig. 6.



14 5 Klg. pr. 1 mtr.

Fig. 7.

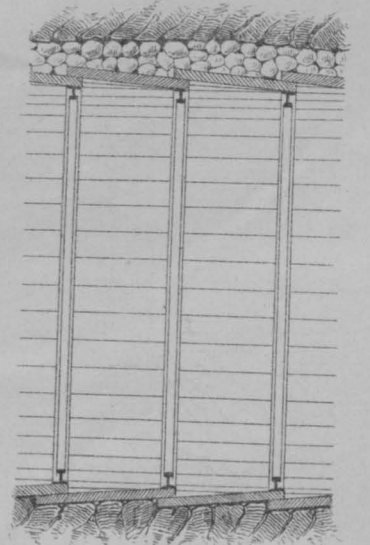


Fig. 11.

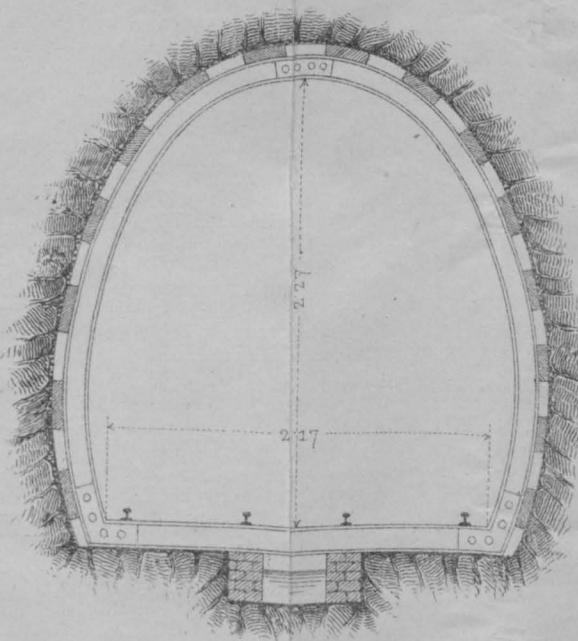


Fig. 12.

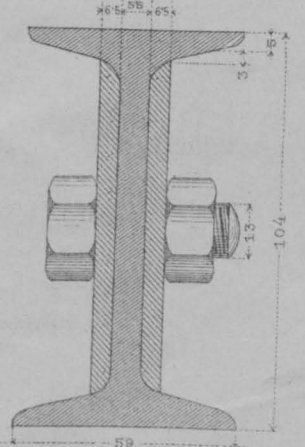


Fig. 9a.

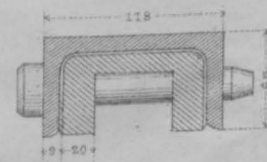


Fig. 9b.

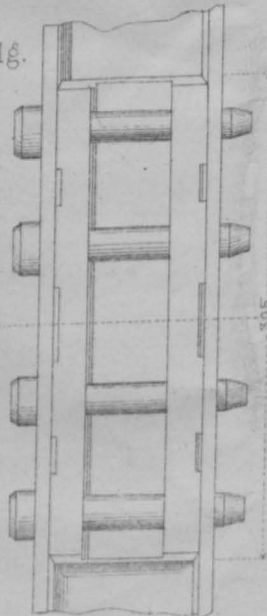
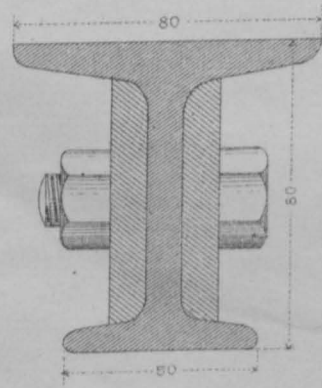


Fig. 8.



Gew: 11 2 Klg. pr 1 mtr.

1/3 d nat. Gr.

Fig. 10.

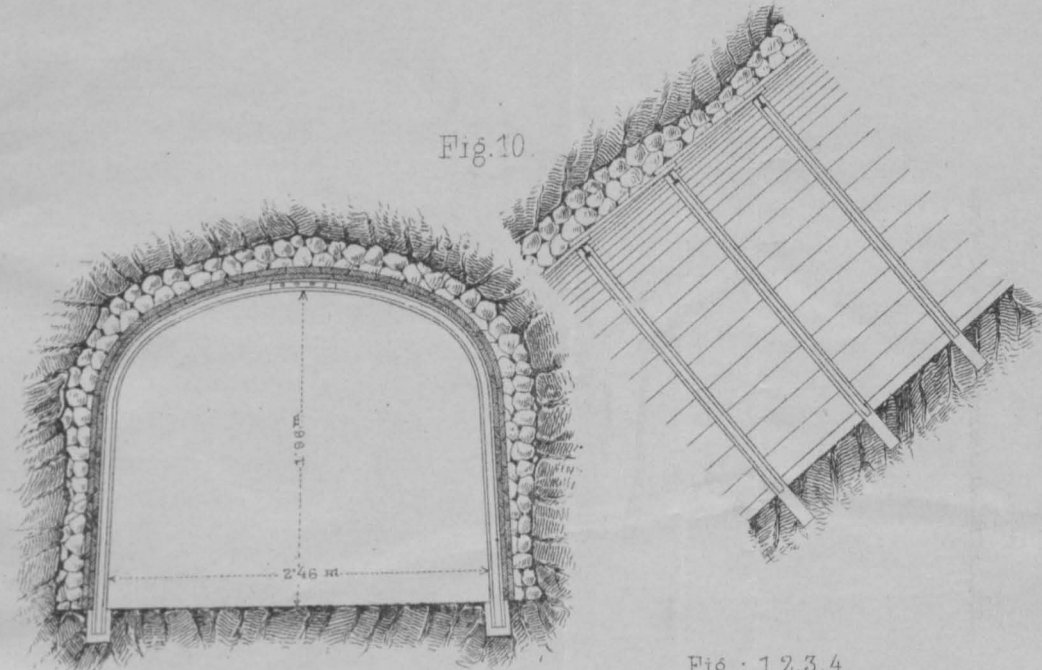


Fig. 1. 2. 3. 4.



Fig. 5. 7. 10.



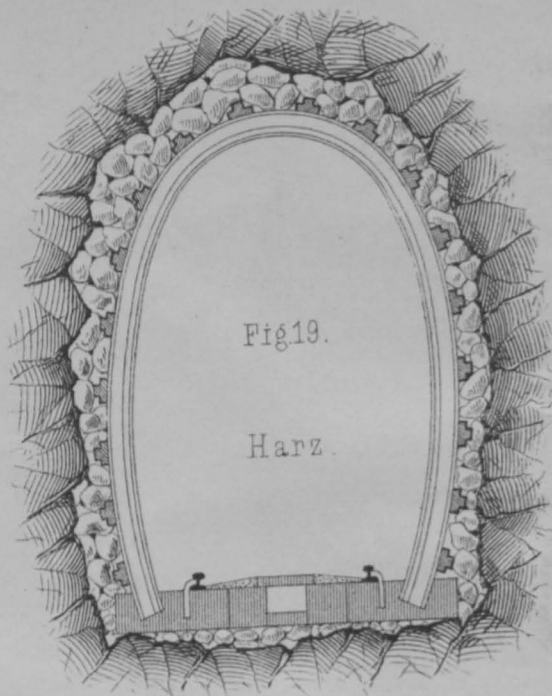


Fig. 19.

Harz.

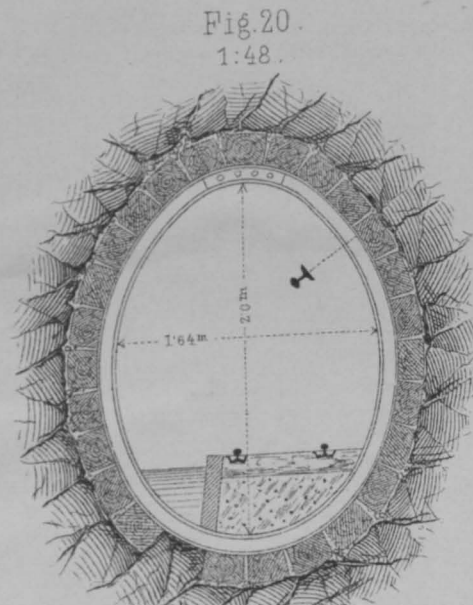


Fig. 20.
1:48.

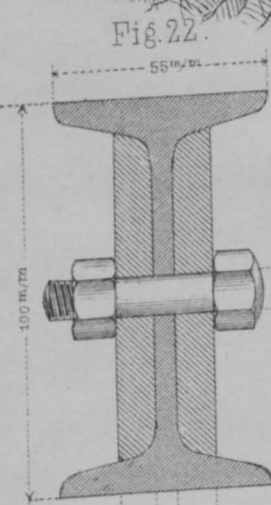


Fig. 22.

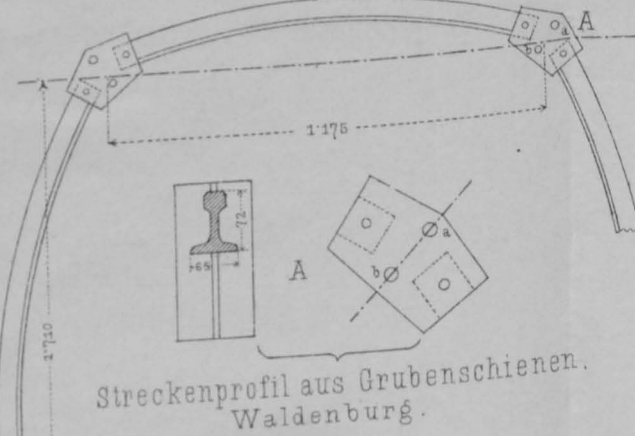
Fig. 23.

1:2

Witkowitz'er
Profile.

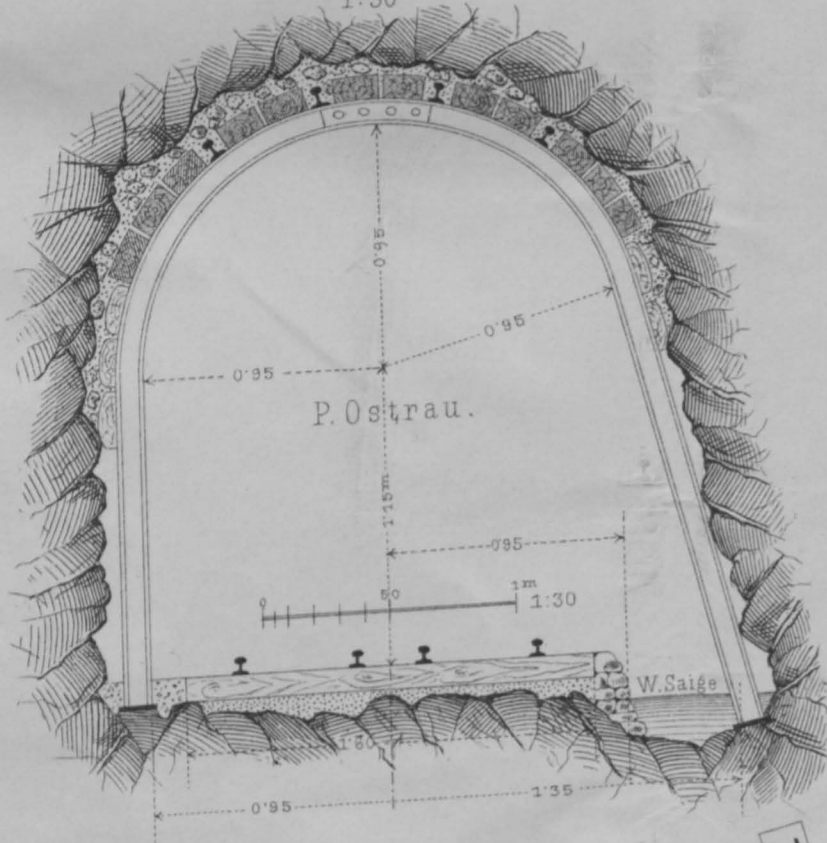
1m = 6 2 Klgr.

1m = 8 2 Klgr. Fig. 24.
1:20



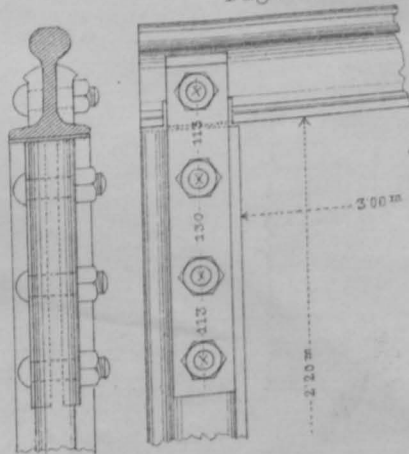
Streckenprofil aus Grubenschienen.
Waldenburg.

Fig. 21.
1:30



P. Ostrau.

Bottroper Einschnitt
Fig. 25.



Mafsstab 1:10.

Fig. 27.

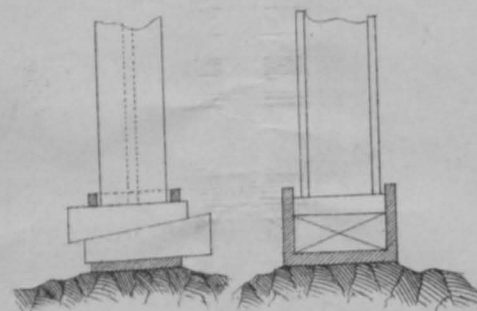
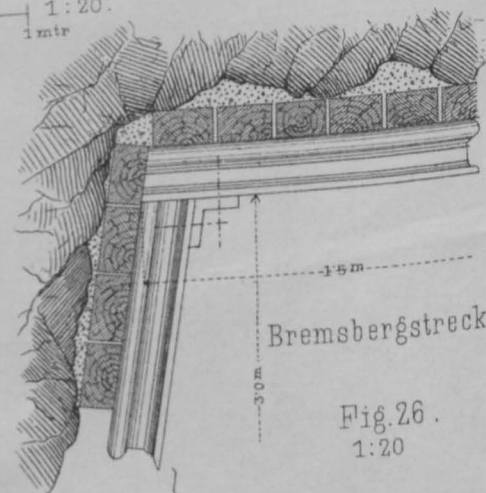
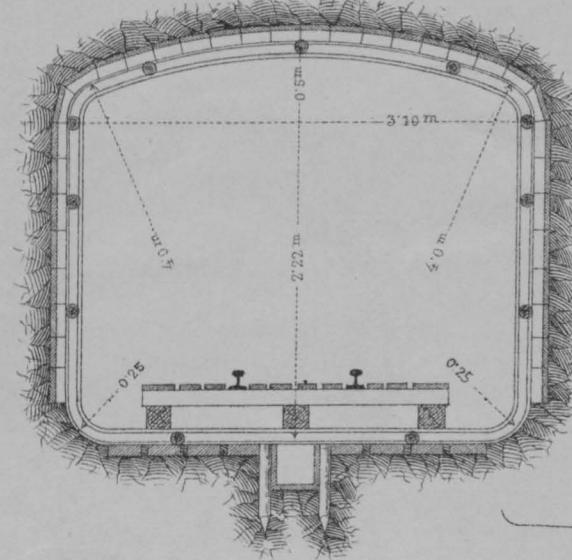


Fig. 26.
1:20



Bremsbergstrecke

Fig. 13.



Stollen im Tunnel bei
Altenburg.

Fig. 14.

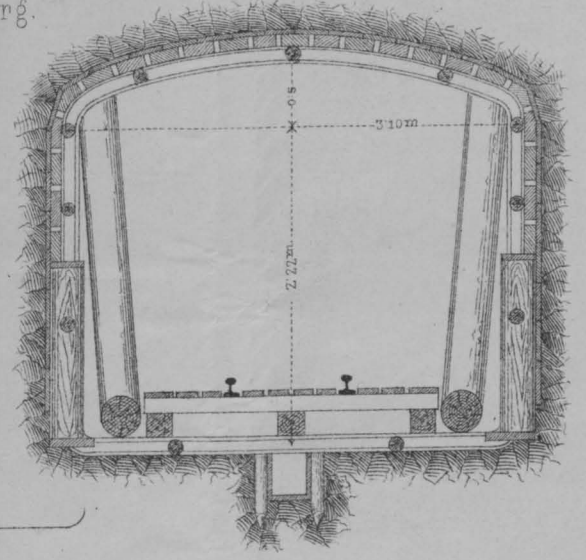


Fig. 15.

Normaler Stollen. Abgesteift.

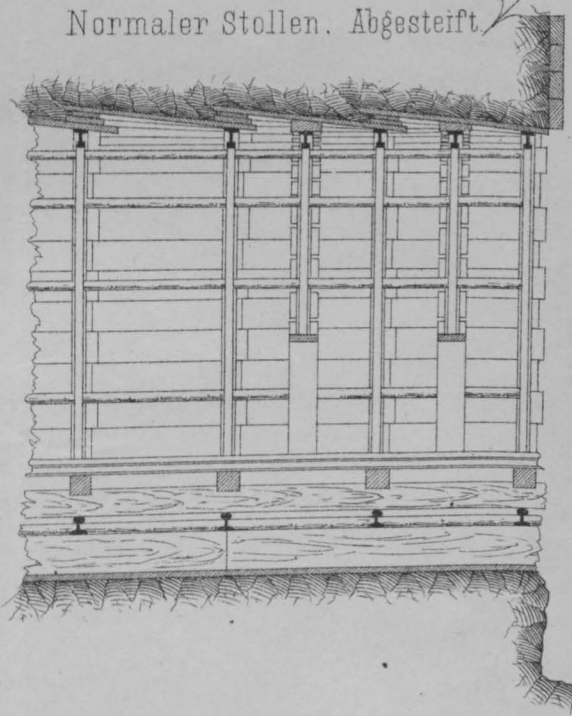
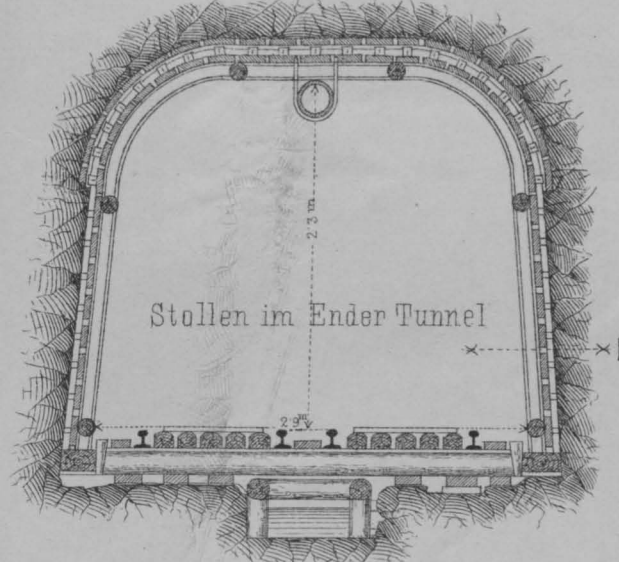
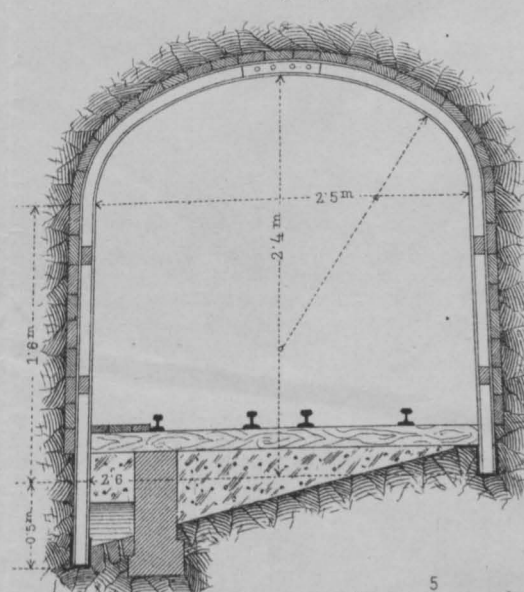


Fig. 16.



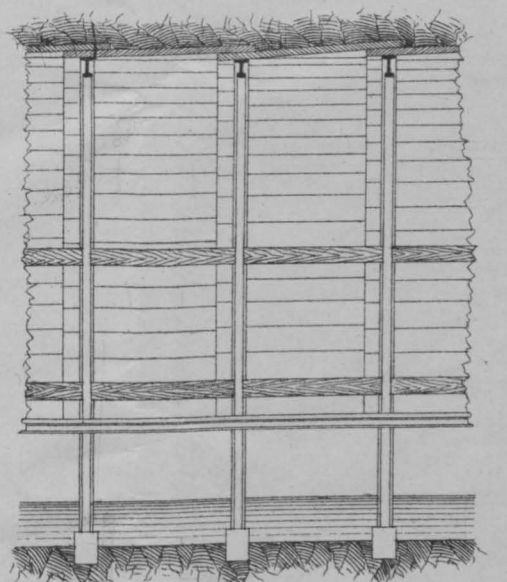
Stollen im Ender Tunnel

Fig. 17.



Strecken Zimmerung im Reviere
bei Saarbrücken.

Fig. 18.



1 5 0 1 2m 1:50